

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**REGIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU IMPACTO EN LA
INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE**

POR

NOHEMÍ PONCE CEJA

**EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN LOGÍSTICA GLOBAL**

SEPTIEMBRE, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**REGIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU IMPACTO EN LA
INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE**

POR

NOHEMÍ PONCE CEJA

**EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN LOGÍSTICA GLOBAL**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, NUEVO LEÓN, MÉXICO

SEPTIEMBRE, 2015

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

División de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la tesis **“Regionalización de la industria automotriz y su impacto en la infraestructura del transporte”** realizada por la alumna Nohemí Ponce Ceja con número de matrícula 1468893 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Logística Global.

El Comité de Tesis

Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez

Asesor

Dr. Miguel Gastón Cedillo Campos

Coasesor

Dr. Renato Balderrama Santander

Coasesor

Dr. Simón Martínez Martínez

Subdirector de Posgrado

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, MES 2015

DEDICATORIA

Dedico de manera especial esta tesis a la persona que más me ha inspirado en mi vida quien es mi padre, Noé Ponce, por cimentar las bases del carácter que debía de tomar para afrontar la vida y enseñarme a trabajar duro y sacrificarme para conseguir lo que se quiere. Por siempre mi súper héroe...

A mi madre, Celia Ceja, quien también ha hecho innumerables sacrificios sin esperar nada a cambio y que siempre ha creído en mí.

A Manuel Sierra, quien es mi gran amigo del alma y cuyo apoyo ha sido invaluable no solo en la maestría sino durante todos los años de amistad que llevamos

A mis hermanas, Diana y Cecilia, a quienes amo con toda el alma.

A mis abuelitas Leonor Cervantes y Amalia García y a todas aquellas mujeres fuertes que están en mi vida y cuya presencia me inspira para ser mejor personal y profesionalmente.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Jania Saucedo por el gran apoyo brindado a lo largo de la maestría tanto personal como profesionalmente.

Al Dr. Gastón Cedillo por haber aceptado que trabajará con él y por siempre exigirme más.

Al Dr. Renato Balderrama por inspirarme en uno de los momentos más difíciles en mi vida.

A todos mis profesores de la maestría por compartir sus conocimientos.

A la gente que conocí en el Instituto Mexicano del Transporte por hacerme sentir en casa: Marisol Barrón, Carlos Ugalde y Elizabeth de la Torre. Especialmente a Luis Carlos Suárez por su gran amistad, valiosos consejos y quien siempre está al pendiente de mí.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

A la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Al Instituto Mexicano del Transporte.

A Conacyt cuya beca me permitió dedicarme totalmente a mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	XIV
Capítulo 1. Introducción.....	16
1.1 Descripción del problema.....	16
1.2 Objetivo.....	17
1.3 Justificación.....	17
1.4 Hipótesis.....	18
1.5 Supuestos de trabajo	18
1.6 Relevancia del problema.....	19
1.7 Situación actual.....	20
1.8 Metodología propuesta.....	21
1.9 Resultados esperados	21
1.10 Estructura de la tesis	22
Capítulo 2. Antecedentes	23

2.1 Recolección de información.....	24
2.2 Análisis descriptivo.....	24
2.3 Selección de categorías.....	29
2.4 Evaluación del material.....	31
2.4.1 Factores estratégicos.....	31
2.4.2 Factores logísticos.....	34
2.4.3 Factores competitivos.....	35
2.4.4 Factores de infraestructura.....	36
2.4.5 Factores macroeconómicos y factores políticos.....	39
2.4.6 Factores tecnológicos.....	40
Capítulo 3. Metodología.....	42
3.1 Triangulación de métodos.....	42
3.2 Método de análisis de contenido cualitativo.....	44
3.3 Análisis de la estadística disponible de producción y exportación de vehículos ligeros.....	47
3.4 Impacto en la infraestructura a través del flujo ferroviario.....	48
Capítulo 4. Análisis y resultados.....	51
4.1 Estudio de la estadística de los volúmenes de producción y exportación	51

4.1.1 Análisis de información estadística sobre volúmenes de producción y exportación desde una perspectiva mundial	52
4.1.2 Análisis de información estadística sobre volúmenes de producción y exportación desde una perspectiva nacional.....	61
4.2 Impacto en la infraestructura del transporte	64
4.2.1. Análisis del flujo ferroviario del año 2011 de la industria automotriz	64
4.2.2 Modelo de asignación todo o nada	76
4.2.3 Datos del flujo carretero de la industria de autopartes de 2013 en base a la información de cartas porte	83
Capítulo 5. Conclusiones	85
5.1 Trabajo a futuro.....	90
5.2 Entregables.....	91
Bibliografía.....	92
Ficha Autobiográfica	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diez principales productores de vehículos de motor	53
Tabla 2. Producción de vehículos de motor en la región del TLCAN del 2007 al 2014	54
Tabla 3. Relación de la producción de vehículos ligeros sobre la producción de vehículos de motor de los años 2007 al 2014	56
Tabla 4. Producción de vehículos ligeros del 2007 al 2014	58
Tabla 5. Porcentaje de variación de la producción de vehículos ligeros del 2014 respecto al 2007	60
Tabla 6. Producción de vehículos ligeros en las distintas regiones del mundo del 2011 al 2014	61
Tabla 7. Comparación de vehículos de motor producidos, exportados y para venta al público en 2013 y 2014	62
Tabla 8. Origen de los vehículos de motor importados en Estados Unidos	63
Tabla 9. Principales destinos de las exportaciones mexicanas de vehículos de motor	64
Tabla 10. Volúmenes de carga de la industria automotriz movilizados por ferrocarril en el 2011	66

Tabla 11. Entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados.....	68
Tabla 12. Entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes	72
Tabla 13. Principales nodos ferroviarios en el flujo de automóviles terminados	75
Tabla 14. Principales nodos de origen-destino con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados.....	78
Tabla 15. Porción de matriz origen-destino de vehículos terminados, transportados por ferrocarril, con intercambios mayores a 50 millones de toneladas-kilométricas	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las armadoras de vehículos ligeros en el país.....	20
Figura 2. Distribución de artículos científicos en el período 2009-2015	25
Figura 3. Nombre de las revistas y año en que se encontraron los artículos científicos.....	28
Figura 4. Nombre de las revistas y año en que se encontraron los artículos científicos.....	29
Figura 5. Cantidad de artículos que se encontraron por categoría	30
Figura 6. Triangulación de métodos o triangulación metodológica	43
Figura 7. Esquema de la triangulación de métodos aplicados en la presente tesis..	45
Figura 8. Esquema del análisis de contenido cualitativo	46
Figura 9. Modelo de asignación.....	49
Figura 10. Principales países exportadores de vehículos	54
Figura 11. Gráfica de la producción de vehículos ligeros sobre la producción de vehículos de motor de los años 2007 a 2014	57
Figura 12. Gráfica de producción de vehículos ligeros del 2007 al 2014	58

Figura 13. Gráfica de comparación de las producciones de vehículos ligeros de los miembros del TLCAN entre los años 2007 y 2014	59
Figura 14. Comparación de participación de la producción de vehículos ligeros de los miembros del TLCAN entre los años 2007 y 2014	60
Figura 15. Gráfica de las autopartes y vehículos terminados transportados por ferrocarril en el 2011	67
Figura 16. Gráfica del flujo en términos porcentuales de autopartes y vehículos terminados sobre la producción total automotriz.....	67
Figura 17. Entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados	71
Figura 18. Porcentaje de proporción de origen/destino de las entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados	71
Figura 19. Entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes.....	73
Figura 20. Porcentaje de proporción de origen/destino de las entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes	74
Figura 21. Esquema del método de asignación "todo o nada"	77
Figura 22. Líneas de deseo correspondientes a los vehículos terminados transportados por ferrocarril 2011.....	79
Figura 23. Líneas de deseo correspondientes a las t-km de la carga ferroviaria de vehículos terminados, 2011	81
Figura 24. Volúmenes de carga de la industria automotriz	82
Figura 25. Importación de autopartes de Estados Unidos	83
Figura 26. Exportación de autopartes de Estados Unidos - México.....	84

Figura 27. Establecimiento del tipo de estrategia <i>shoring</i>	85
Figura 28. Establecimiento del tipo de estrategia <i>offshoring</i>	86
Figura 29. Establecimiento del tipo de estrategia <i>nearshoring</i>	87
Figura 30. Establecimiento del tipo de estrategia <i>reshoring</i>	88

RESUMEN

Nohemí Ponce Ceja

En opción al grado de Maestro en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Logística Global

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Título del estudio:

REGIONALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ Y SU IMPACTO EN LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE

Número de páginas: 105

OBJETIVO Y MÉTODO DE ESTUDIO: El objetivo de la presente tesis, es determinar el impacto en la infraestructura del transporte que tiene la industria automotriz de vehículos ligeros. La investigación se hace a través de la triangulación de métodos. En el cual primeramente, se revisa la literatura. Siguiendo con la metodología, se estudia la estadística de los volúmenes de producción y exportación de vehículos

ligeros en América del Norte y específicamente en México. Finalmente, se revisa el impacto de la infraestructura a través del flujo ferroviario y carretero de la industria automotriz con información disponible de 2011 y 2013 respectivamente. Además, en el caso del flujo ferroviario, se utiliza un modelo de asignación todo o nada.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: A través de la presente tesis, se encontró que: la industria automotriz de vehículos ligeros en América del Norte está reaccionando a la tendencia de regionalización usando como base el Tratado de Libre Comercio facilitando el intercambio comercial; la instalación de armadoras va de la mano con el desarrollo de la construcción de vías férreas ya que se busca hacer eficiente el movimiento de grandes volúmenes en trayectos largos; la infraestructura existente en México está más desarrollada para comunicar a México con Estados Unidos; los estados que cuentan con armadoras de vehículos ligeros presentan un desarrollo de infraestructura más avanzado que los estados que no tienen; la concentración principal en el flujo ferroviario de vehículos terminados se concentra en tres estados: Coahuila, Tamaulipas y Sonora; el movimiento de autopartes se hace principalmente por medio del autotransporte debido a que presentan tiempos de entrega más críticos que un vehículo terminado; y, el corredor ferroviario más importante es el de la Ciudad de México-Guanajuato-San Luis Potosí-Monterrey-Nuevo Laredo.

Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez

Asesor

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En el 2009, después de la crisis económica, México ocupó el lugar décimo en la producción de vehículos de motor a nivel mundial con 1.6 millones de unidades (Secretaría de Economía, 2013). Mientras que en el 2014 la producción fue de 3 millones, 219 mil, 786 vehículos y pasó al séptimo lugar (AMIA, 2015). Se prevé que para el 2020, México esté produciendo alrededor de 5 millones de unidades (El Economista, 2015). El mercado principal de las exportaciones de vehículos producidos en México, es Estados Unidos con una participación del 71% en el 2014. Mientras que para Estados Unidos, México se ha convertido en el segundo proveedor de vehículos de motor (AMIA, 2015).

1.1 Descripción del problema

La instalación de plantas de producción de vehículos ligeros sigue aumentando en México. Debido a los impactos que esto genera en el desempeño económico y logístico de las regiones en donde se localizan, por lo que es necesario estudiar la industria automotriz de vehículos ligeros y su proceso de regionalización en América

del Norte. Dicha sistematización está haciendo que las grandes compañías automotrices internacionales estén seleccionando a este país para invertir. Desde la entrada del Tratado de Libre Comercio y con la llegada de distintas empresas trasnacionales de distintos campos comerciales, la infraestructura que conecta a México con Estados Unidos, se ha transformado. Logrando hacer importantes nodos logísticos entre ciudades mexicanas y estadounidenses.

1.2 Objetivo

Identificar y determinar con base en el análisis de artículos científicos, información estadística y geográfica, el impacto que la regionalización de la industria automotriz de vehículos ligeros tiene sobre la infraestructura del transporte mexicano.

1.3 Justificación

México es un receptor de armadoras de vehículos ligeros que buscan satisfacer el mercado en América del Norte y cada vez más de otros países en Europa y América Latina. Después de la crisis del 2008, la llegada de armadoras se acentúa. De acuerdo con datos de la OICA (OICA, 2015), en el 2007, México produjo 1, 209, 097 de vehículos ligeros para el 2014 la producción fue de 1, 915, 709 vehículos, es decir, un aumento porcentual de 58.4%. Con esto, México presentó en el 2014 una proporción del 27% de la producción total en América del Norte, mientras que en el 2007 solo era de 19%.

En el 2014, el 71% de los vehículos exportados mexicanos tuvieron como destino Estados Unidos (AMIA, 2015). Debido a que Estados Unidos es el cliente más importante de la producción de vehículos, la infraestructura ha sido modificada con la finalidad de satisfacer el mercado estadounidense haciendo más eficiente el traslado de los vehículos de motor.

1.4 Hipótesis

Si se hace un análisis completo del proceso de la regionalización de la industria automotriz de vehículos ligeros en América del Norte, entonces, se entenderá el impacto que ha tenido sobre la infraestructura de transporte.

1.5 Supuestos de trabajo

Dentro de los supuestos de trabajo para el presente trabajo se encuentran principalmente tres de ellos, los cuales son:

- a) El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). El TLCAN permite que los países que lo conforman (Estados Unidos, México y Canadá) tengan un mayor intercambio comercial y de información. El TLCAN ha acelerado un proceso de regionalización que impulsa la interacción industrial y económica entre los países. Ello favorece que los procesos de producción y ensamble se den en la misma región en dónde se encuentran los consumidores finales. En resumen, el TLCAN ha permitido que cada uno de los tres países participen en la cadena de valor del producto final, permitiendo el comercio en tareas;

- b) El aumento en el costo de la mano de obra en China y el mantenimiento de los bajos salarios de México, hacen que éste último se vuelva nuevamente atractivo para empresas con agresivas estrategias basadas en la continua reducción de costos. De acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo, en Asia entre el 2000 y 2008, los salarios crecieron entre un 7.1 y un 7.8% anualmente (The Economist, 2013);
- c) El interés geopolítico de los países firmantes del TLCAN por conformar un bloque económico autosuficiente en energía y producción, está impulsando el diseño de un sistema de manufactura y logística que favorece el desarrollo en México.

1.6 Relevancia del problema

Con la constante variabilidad de las condiciones económicas y políticas globales, el diseño de estrategias se ha vuelto cada vez más complejo e incierto. La importancia de ésta situación es crítica no solo para la toma de decisiones de las empresas, sino también para la toma de decisiones en el sector público de forma que se pueda garantizar la sustentabilidad duradera de las regiones. Es en ese contexto que para desarrollar pronósticos de mayor utilidad, instituciones como el MIT (Massachusetts Institute of Technology) han propuesto el uso de la técnica de escenarios. El interés es el de establecer posibles panoramas de decisión ante los cuales las empresas y gobiernos puedan estar preparados.

Si bien el MIT ha propuesto cuatro distintos escenarios posibles para el 2 de noviembre del 2030 (*Naftástique, One World Order, Global Market Place and Millions of markets*), para del presente trabajo, se ha considerado como el más plausible el denominado “*Naftástique*”. Éste escenario considera a la regionalización como el fenómeno que marcará el futuro del desarrollo económico y social de las naciones.

1.7 Situación actual

Entre las armadoras que se encuentran en México (ver figura 1) está la de la empresa Toyota con una planta (en Tecate, Baja California Norte); Ford con dos plantas (Hermosillo, Sonora y Cuatitlán, Estado de México); Chrysler con también dos plantas (en Saltillo, Coahuila y Toluca, Estado de México); Honda también con dos plantas (en El Salto, Jalisco y Celaya, Guanajuato); Nissan con dos plantas (en el Estado de Aguascalientes y Morelos); GM con dos plantas (Ramos Arizpe, Coahuila y Silao, Guanajuato); Mazda con una planta (Salamanca, Guanajuato) y Volkswagen con una planta también (Puebla, Puebla).

Mientras que las próximas armadoras en abrir serán la BMW (en San Luis Potosí) en 2019; Infiniti (en Aguascalientes, Aguascalientes en 2017; Audi (en San José Chiapa, Puebla), Kia Motors (Pesquería Nuevo León) en 2016 y Toyota (en Celaya, Guanajuato) en 2019.

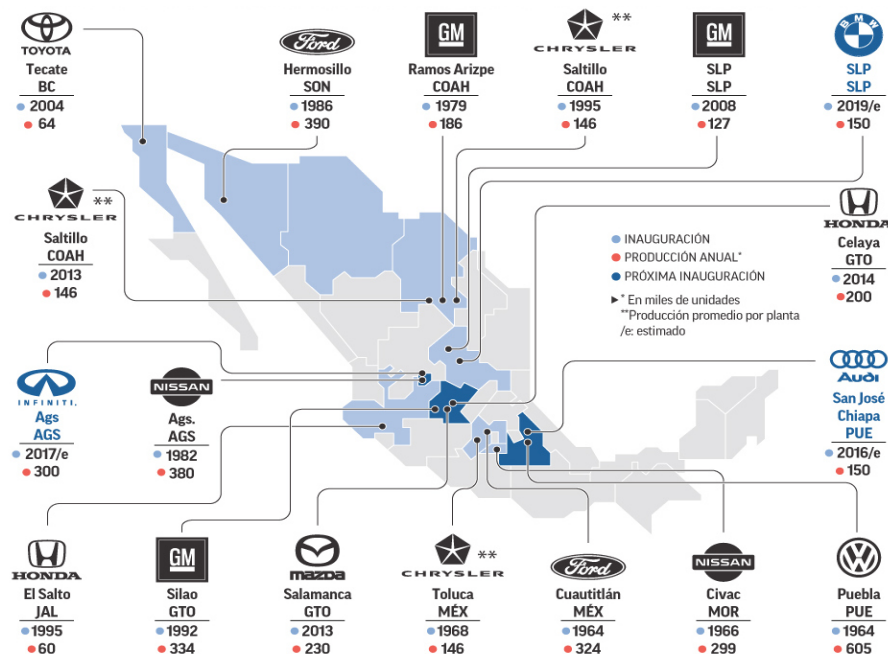


Figura 1. Mapa de ubicación de las armadoras de vehículos ligeros en el país

Fuente: El Financiero

1.8 Metodología propuesta

Desde un enfoque basado en la triangulación de métodos con base en el análisis de artículos científicos, información estadística y geográfica, la presente tesis identificará el impacto de la regionalización de la industria automotriz en las variables de decisión involucradas durante la definición de la localización de plantas ensambladoras de vehículos ligeros en México, así como su impacto sobre la infraestructura y el territorio.

De éste modo, primeramente se contextualizará la situación actual de la industria automotriz de vehículos ligeros a través de la información estadística disponible sobre volúmenes de producción y exportación. Además, se identificarán las variables de decisión para la localización y se desarrollará una revisión de literatura en el ámbito de: factores estratégicos (estudio de instalaciones), factores tecnológicos, factores macroeconómicos, factores políticos, factores de infraestructura, factores competitivos, tiempo de respuesta al cliente y presencia local, y, costos de logística e instalaciones. Después, mediante los datos del flujo ferroviario de la industria automotriz mexicana en 2011 proporcionados por el Instituto Mexicano de Transporte, se analizará como los elementos anteriormente descritos reflejan sobre la infraestructura el intercambio comercial de México con Estados Unidos dentro del marco del TLCAN. Finalmente, se desarrollará un modelo de confiabilidad en el transporte.

1.9 Resultados esperados

Derivado del presente trabajo se identificarán las variables de decisión de localización y el impacto que tiene la regionalización de la industria automotriz de vehículos ligeros en la infraestructura y el territorio.

1.10 Estructura de la tesis

La presente tesis, está conformada por cinco capítulos que son introducción, antecedentes, metodología, análisis y desarrollo y conclusiones. En el capítulo de introducción, se describirá el problema, el objetivo, la justificación, la hipótesis, el supuesto de trabajo, la relevancia del problema, la situación actual, la metodología propuesta, los resultados esperados y la estructura de la tesis. En la sección de antecedentes, se hará una revisión literaria de los factores que influyen en la localización de las armadoras de vehículos ligeros. En el capítulo de metodología, se analizará la metodología que se utilizó para la presente tesis. En la sección de análisis y desarrollo, se estudiará el problema a través del análisis de la estadística de producción y exportación. Así como, determinar el impacto que tuvo la industria de vehículos ligeros sobre la infraestructura mexicana. Finalmente, en conclusiones, se establecerán las aportaciones y contribuciones a las que se llegaron con esta tesis.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

Siguiendo la metodología de triangulación (la cual se detalla en el capítulo siguiente), el primer punto a analizar es la revisión de literatura. Dentro de la revisión de la literatura, se tiene como objetivo determinar el concepto de regionalización, las tendencias de manufactura de la industria automotriz, la infraestructura existente en la región y la identificación de los factores en la decisión de localización de las armadoras. La revisión de literatura que se hace en el presente capítulo permitirá establecer la literatura existente en el impacto que ha tenido la industria automotriz de vehículos ligeros en la región de América del Norte.

La revisión de la literatura se hizo a través de una metodología de análisis de contenido cualitativo (Mayring, 2003). La metodología se lleva mediante cuatro pasos: la recolección de material, el análisis descriptivo, la selección de categorías y la evaluación del material. Se desarrolló una revisión bibliográfica que comprende entre los años 2009 y 2015, de forma que se establecen los parámetros para la toma de decisiones que las empresas automotrices consideran al momento de localizar plantas armadoras y que fueron redefinidos posteriores a la crisis económica global de 2008-2009.

2.1 Recolección de información

La información que se recolectó para esta tesis fue de enero del 2009 a mayo del 2015 tomando en cuenta artículos aceptados que estuvieran disponibles en línea de revistas especializadas. Esta investigación se realizó de enero a mayo de 2015. Las palabras clave a utilizar fueron “*industria automotriz*”, “*vehículos ligeros*”, “*regionalización*”, “*TLCAN*”, “*manufactura en la industria automotriz*”. Obteniendo un total de ochenta y nueve artículos científicos para revisar.

La fase de recolección de información se hizo a través de la base de datos con los que cuenta la Universidad Autónoma de Nuevo León y el Instituto Mexicano del Transporte, entre los que se encuentran los sitios de Academic OneFile (www.gale.cengage.com/PeriodicalSolutions/academicOnefile.htm), Ebsco Host (www.ebscohost.com), Annual Reviews (www.annualreview.org), Cambridge Collection (www.journals.cambridge.org), Emerald (www.emeraldinsight.com), Proceeding of the National Academy of Sciences (www.pnas.org), ProQuest Dissertations & Theses Global (www.proquest.com), Science Direct – Freedom Collection (www.sciencedirect.com), Scopus (www.scopus.com), Springer (www.springer.com), Web of Science (www.webofscience.com), Wiley Collection. (www.onlinelibrary.wiley.com). Se seleccionaron los documentos que tuvieran mayor relevancia en el tema a analizar que es la industria automotriz de vehículos ligeros en México de los años 2009 a 2015. Por lo tanto se descartaron todos los documentos publicados antes del 2009.

2.2 Análisis descriptivo

Se analizaron ochenta y nueve artículos científicos que se publicaron entre 2009 y 2013 de distintas revistas científicas (revisar figura 2, 3 y 4). En la figura 2, se

puede observar que la cantidad de publicaciones relacionada al estudio de la localización, infraestructura y tendencias en la manufactura de la industria automotriz ha ido aumentando.

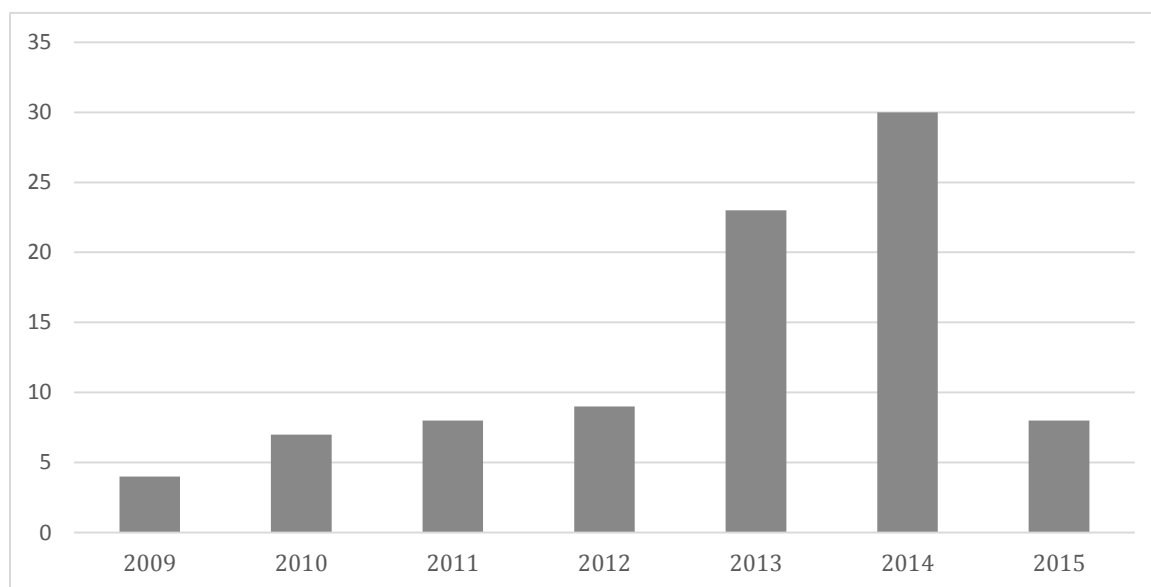


Figura 2. Distribución de artículos científicos en el período 2009-2015
Fuente: Elaboración propia

Los artículos que se revisaron fueron: (Sánchez, Cedillo, Pérez, & Martínez, 2011) (Underwood, 2012) (Cedillo & Sánchez, 2013) (Contreras, Carrillo, & Alonso, 2012) (Cedillo G. , Sánchez, Vadali, Villa, & Menezes, 2014) (Álvarez, 2013) (Bueno & Cedillo, 2014) (Wilsmeier, Monios, & Rodríguez, 2015) (Cravioto, Yamasue, Okumura, & Ishihara, 2013) (McCalman & Spearot, 2013) (González, Alvarado, & Martín, 2013) (Hadjimarcou, Brouthers, & McNicol, 2013) (Bergin, Feenstra, & Hanson, 2011) (Javalgi, Deligonul, Ghosh, Lambert, & Cavusgil, 2010) (Gallagher & Shafaeddin, 2010) (Varadarajan, 2009) (Vasquez & Oladipo, 2009) (Gomes, Aparecida, & Carvalho, 2013) (Caniato, Elia, Luzzini, Piscitello, & Ronchi, 2015) (De la O & Matis, 2014) (Gluszek, 2014) (Tate, L., Schoenherr, & Petersen, 2014) (Chen, Olhager, & Ou, 2014) (Bhatnagar & Sohal, 2009) (Blanc-Brude, Cookson, Piese, & Strange, 2014) (Medeiros, Selitto, Borchard, & Albert, 2011) (Bajaras, Martínez, & Sotomayor, 2014) (Ellram,

Tate, & Petersen, 2013) (Fine, 2013) (Gray, Skowronski, Esenduran, & Rungtusanatham, 2013) (Schmeisser, 2013) (Manning, 2014) (Sethupathy, 2013) (Baldwin & Venables, 2013) (Oldenski, 2012) (Ricard & Nicoud, 2014) (Cedillo & Pérez, 2010) (Tate W. , 2014) (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014) (Roza, Van de Bosch, & Volberda, 2011) (Kobrin, 2014) (Hayakawa, Kimura, & Kaoru, 2014) (Bejan, 2011) (Chapda, Larue, & Gervais, 2012) (Zhai, 2014) (Rutherford & Holmes, 2014) (Alvarez & Carrillo, 2014) (Arik, 2013) (Melo & Saldanhada, 2009) (Pearce, 2014) (Lee & Wilhelm, 2010) (Wells & Nieuwehnui, 2012) (Francois & Manchin, 2013) (Duran-Fernandez, 2014) (Hockman, Tabakis, & Zilberman, 2013) (Becerril-Torres, Álvarez-Ayuso, & Del Moral-Barrera, 2010) (Brock & German-Soto, 2013) (Elmoselhy, 2013) (Duran-Fernandez & Santos, Road infrastructure spillovers on the manufacturing sector in Mexico, 2014) (Duran-Fernandez & Santos, A regional model of road accessibility in Mexico: accessibility surfaces and robustness analysis, 2014) (Duran-Fernandez & Santos, Regional convergence, road infrastructure, and industrial diversity in Mexico, 2014) (Duran-Fernandez & Santos, Introduction to the special issue Regional development and transport infrastructure in Mexico, 2014) (Nishitaten, 2013) (Azevedo, Govindan, Carvalho, & V., 2012) (Fogliatto, da Silveira, & Borestein, 2012) (Avetisyan, Heatwole, Rose, & Roberts, 2015) (Keeling, 2013) (Villa & Sacristán-Roy, 2013) (Hu, 2013) (Drauz, 2014) (Volling, Matzke, Grunewald, & Spengler, 2013) (Boysen, Emde, Hoeck, & Kauderer, 2015) (Volling & Spengler, Modeling and simulation of order-driven planning policies in build-to-order automobile production, 2011) (Lim, Alpan, & Penz, 2014) (Staeblein & Aoki, 2015) (Nieuwenhuis & Katsifou, 2015) (Ascencio, González-Ramírez, Bearzotti, Smith, & Camacho-Vallejo, 2014) (Bronk & González-Aréchica, 2011) (Hermawati, y otros, 2015) (Tseng, Jiao, & Wang, 2010) (Johansson & Johnsson, 2012) (Gebler, Schoot, & Visser, 2014) (Weller, Kleer, & Piller, 2015) (Michalos, Makris, Papakostas, Mourtzis, & Chryssolouris, 2010) (Martínez-Jurado & Moyano-Fuentes, 2014) (Tomlin, 2014) (Tangpong, Hung, & Li, 2014) (Lee K.-H. , 2011) (Shim & Steers, 2012). la figura 3, se encuentra la lista completa de las revistas en dónde se encontraron los artículos

científicos y el respectivo año en el que se publicaron. Mientras que en la figura 4, se graficaron estos resultados. Sin embargo, quedaron fuera de la gráfica, aquellas revistas en las que solo se encontró un artículo.

Nombre de la publicación	Año de la publicación							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Applied Ergonomics	1							1
Business Horizon					1	1	3	
Cambridge Journal of Regions, Economy and Society							1	
CIRP Annals-Manufacturing Technology			1					
CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology			1					
Computer & Industrial Engineering							1	
Economía UNAM						1		
Energy Policy							1	
Estudios Gerenciales						1		
European Economic Review						1		
European Journal of Operational Research		1				1		1
European Management Journal					1			
Industrial Marketing Management				1				
International Business Review			1	1			1	
International Economics					1			
International Journal of Production Economics			1	1	1		2	3
International Review of Management and Business Research							1	
Journal Japanese Int. Economics						1		
Journal of Applied Economics		1					1	
Journal of Applied Research and Technology						1	1	
Journal of Business Research		1					1	
Journal of Cleaner Production				1			1	1
Journal of Comparative Economics						1		
Journal of Global Business management						1		
Journal of International Economics				1		2	1	
Journal of International Management						1		
Journal of Manufacturing Systems						1		
Journal of Operations Management							1	
Journal of Policy Modeling			1			1		
Journal of Purchasing & Supply Management							2	
Journal of Supply Chain Management						3		
Journal of Transport Geography						1		
Journal of World Business					1		2	
Latin American Policy				1				
Norteamérica							2	
North American Journal of Economics and Finance					1			
Procedia CIRP 7 (2013) 3-8						1		
Procedia Economics and Finance						1		
Research in Transportation Business & Management						1		1
Research in Transportation Economics							5	
Resources, Conservation and Recycling					1			
Review of Economic Dynamics				1				
South African Journal of Industrial Engineering			1					
Special Issue: Advances of Modeling & Simulation in Supply Chain and Industry				1				
Technological Forecasting					1			
Technology in Society			1					
Technovation		1						
Transport Policy						1		
Transportation Research Part A								1
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review							1	
World Development					1	1		

Figura 3. Nombre de las revistas y año en que se encontraron los artículos científicos
Fuente: Elaboración propia

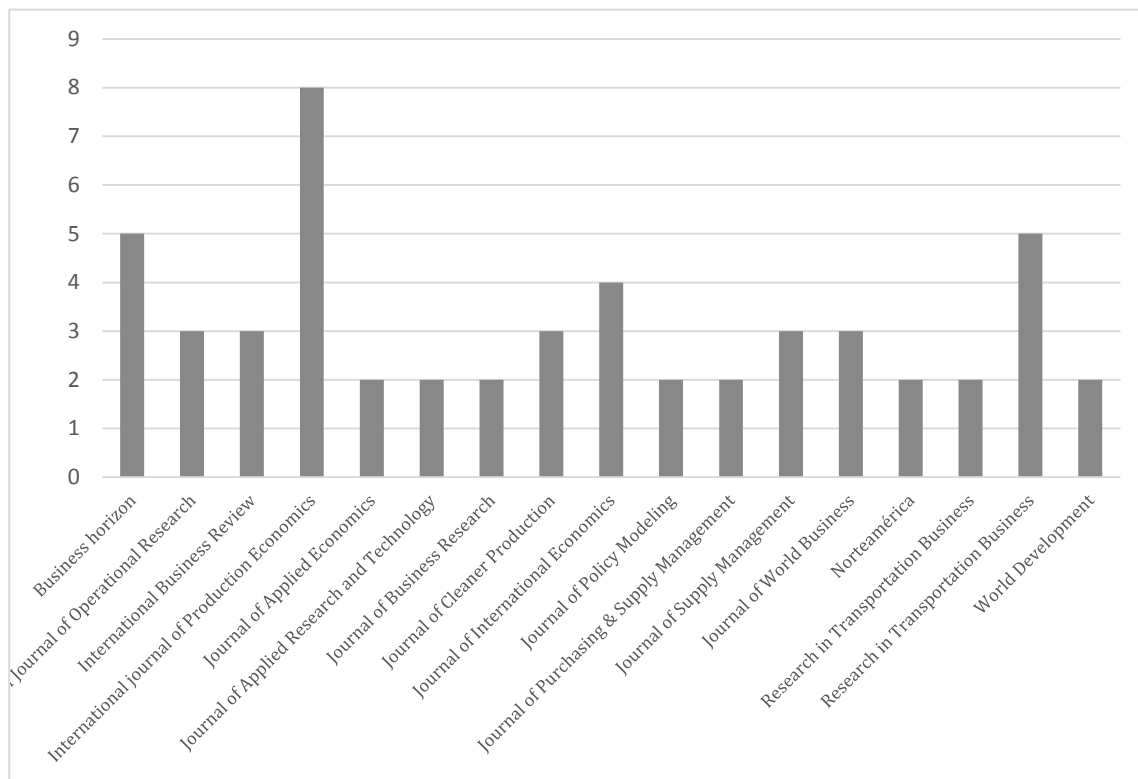


Figura 4. Nombre de las revistas y año en que se encontraron los artículos científicos

Fuente: Elaboración propia

*No se tomaron en cuenta las revistas que contenían un solo artículo

2.3 Selección de categorías

La categorización de los artículos científicos se hizo bajo el criterio del objetivo del artículo, debido a que revisando el contenido, se pueden conectar diferentes categorías en el mismo artículo. Por lo que cada artículo, solo se agrupó en una sola clase. En la figura 5 se muestra el total de artículos y la categoría a la que fueron asignados.

Los artículos científicos se dividieron en los siguientes grupos:

- Factores de infraestructura
- Costos de logística, tiempo de respuesta al cliente y presencia local
- Factores tecnológicos
- Factores competitivos
- Factores estratégicos
- Factores macroeconómicos y políticos

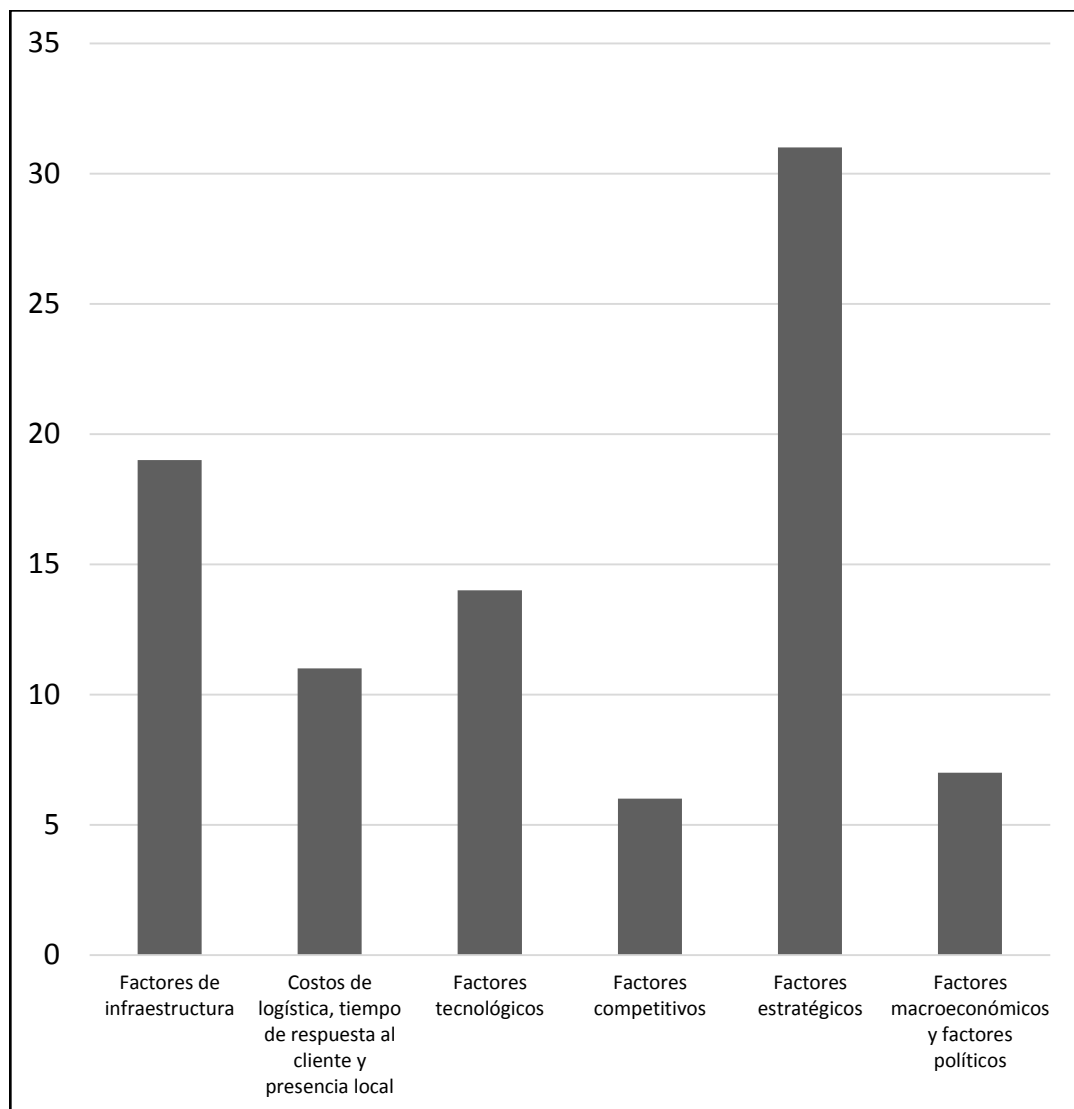


Figura 5. Cantidad de artículos que se encontraron por categoría
Fuente: Elaboración propia

2.4 Evaluación del material

Se utilizó una hoja de cálculo para organizar la información de cada artículo científico. Se tomó la información más importante de cada artículo: nombre de la publicación y su información (autores, palabras claves, nombre de la revista, número de volumen, fecha de publicación y páginas), objetivo del artículo, metodología, enfoque de la investigación y conclusiones.

Este apartado tendrá seis divisiones para el análisis: factores de infraestructura; costos de logística, tiempo de respuesta al cliente y presencia local; factores tecnológicos; factores competitivos; factores estratégicos; factores macroeconómicos y políticos (revisar figura 5).

2.4.1 Factores estratégicos

Los temas más recurrentes que se observaron fueron la localización, *offshoring*, *reshoring*, *nershoring*, regionalización y TLCAN. El *offshoring* se refiere a empresas internacionales que deciden ubicar sus plantas de ensamble lejos de su país de origen (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014). . El *reshoring* es el regreso de las operaciones de una firma a su país de origen (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014) (Gray, Skowronski, Esenduran, & Rungtusanatham, 2013). El *nearshoring* ocurre cuando una firma decide localizarse o relocalizarse en la misma región de dónde es su país de origen. (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014). El *backshoring* es la relocalización de la empresa en su país de origen (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014)

Existen revisiones de literatura en el fenómeno de la localización, empezando con una relación de las teorías del campo de la economía internacional que proponen modelos para la aplicación y medición de la toma de decisiones en la investigación de operaciones y cadena de suministro (Lee & Wilhelm, 2010). Otra revisión de literatura establece que la sustentabilidad toma importancia en la decisión de la localización (Chen, Olhager, & Ou, 2014). La decisión de la ubicación de las empresas afecta su cadena de suministro. Por lo que se hace una integración entre los niveles de decisión estratégico, táctico y operativo con el fin de tomar la decisión para la localización de la planta (Melo & Saldanhada, 2009). La interacción de las fuerzas del proceso secuencial de la producción y de ensamble determinan la localización de los diferentes procesos que conforman una cadena de valor (Baldwin & Venables, 2013). Para la instalación de una planta se deben valorar tanto los agentes cuantitativos como los cualitativos que estén involucrados (Bhatnagar & Sohal, 2009). Sin embargo, no solo se deben analizar los elementos que posee una determinada ubicación, sino también los elementos que tienen las locaciones alternativas próximas (Blanc-Brude, Cookson, Piese, & Strange, 2014). Debido a que existe una política de competencia entre los países receptores y de origen de la inversión extranjera directa (Zhai, 2014), una estrategia de no mercado transfronterizo es incompatible con el fenómeno de la globalización (Kobrin, 2014).

Entre las estrategias de localización, se estudia el *offshoring* y el desempeño que tiene (Schmeisser, 2013) así como las decisiones que influyen en el movimiento de instalaciones (Caniato, Elia, Luzzini, Piscitello, & Ronchi, 2015). Además se observa como las empresas, pequeñas, medianas y grandes tratan de adaptarse a este nuevo modelo (Roza, Van de Bosch, & Volberda, 2011). El fenómeno del *offshoring* mueve hacia fuera los empleos que son metódicos, repetitivos y constantes (Sethupathy, 2013) (Oldenski, 2012) por lo que se crean divisiones de tareas en las cadenas de suministro (Baldwin & Nicoud, Trade-in-goods and trade-in-tasks: an integrating

framework, 2014). Es necesario, conocer los retos que la compañía enfrenta y las decisiones estratégicas que deben tomar en cuanto a la localización (Manning, 2014).

Se analiza el fenómeno del *offshoring* dentro de Estados Unidos en la industria automotriz y se comprueba el beneficio económico y social que ha tenido en el país (Underwood, 2012). Después de la entrada del TLCAN, las armadoras de vehículos comienzan a desplazarse hacia México y empieza la segmentación de tareas en la cadena de suministro automotriz (McCalman & Spearot, 2013). Sin embargo, algunas empresas regresan a Estados Unidos, lo que se conoce como *reshoring* (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014) (Gray, Skowronski, Esenduran, & Rungtusanatham, 2013). A través de un estudio, se proponen las razones por las cuales las empresas estadounidenses están regresando sus procesos de manufactura (Pearce, 2014). Se dan pautas que se deben seguir en el fenómeno del *reshoring* (Tate, L., Schoenherr, & Petersen, 2014) y cuáles son los retos que enfrenta Estados Unidos con el *offshoring* y el *reshoring* (Tate W., Offshoring and reshoring: U.S. insights and research challenges, 2014). Se analizan los factores que influyen ya sea tanto en el *offshoring*, *reshoring* (Ellram, Tate, & Petersen, 2013), *nearshoring* y *backshoring* (Arik, 2013). Se introduce el nuevo concepto que es el “*intelli-sourcing*” que prácticamente se refiere a la toma de decisión de la ubicación de la planta entendiendo las necesidades de la empresa (Fine, 2013). Otro concepto a analizar es el *outsourcing* que realizan las empresas y los aspectos que deben tener en cuenta para realizar este proceso (Varadarajan, 2009).

Para que el fenómeno de la regionalización se dé, tiene que haber un Tratado de Libre Comercio que permita la facilitación en el intercambio de mercancías y mejore el nivel de comercio entre sus participantes (Hayakawa, Kimura, & Kaoru, 2014). En el caso de América del Norte, existe el Tratado de Libre Comercio de América del Norte que incluye a Estados Unidos, México y Canadá. El TLCAN ha tenido un gran impacto sobre México (Vasquez & Oladipo, 2009) y ha traído un alto grado de

interdependencia económica (Barajas, Martínez, & Sotomayor, 2014). Sin embargo, el objetivo de incrementar el volumen de comercio entre los miembros, se logra (Bejan, 2011). Antes del TLCAN, existió el CUSTA (Tratado de Libre Comercio entre Canadá y los Estados Unidos). Tanto para Canadá y Estados Unidos, el CUSTA y el TLCAN tuvieron un impacto no solo en el intercambio de mercancías sino también de transferencia de tecnología (Chapda, Larue, & Gervais, 2012).

Con la regionalización de América del Norte, surge la preocupación de la seguridad en el intercambio de las mercancías. Cada país miembro enfrenta distintos retos. Sin embargo, se trata de estandarizar las medidas de seguridad (Gluszek, 2014).

2.4.2 Factores logísticos

Entre los artículos que fueron revisados, se encuentran las revisiones de literatura que proveen una visión general en el campo de la logística de la industria automotriz (Boysen, Emde, Hoeck, & Kauderer, 2015). Se analizan los requerimientos en la capacitación para el desarrollo de las tareas en los procesos de la cadena de suministro (Hermawati, y otros, 2015) por lo que se proponen sistemas que ayuden a analizar el comportamiento humano en la cadena de suministro (Tangpong, Hung, & Li, 2014). Se proponen modelos de planeación que cumplan con los requerimientos de venta y las restricciones industriales para poder lograr la satisfacción del cliente y mantener los costos bajos (Volling & Spengler, Modeling and simulation of order-driven planning policies in build-to-order automobile production, 2011)

Los procesos de la cadena de suministros de la industria automotriz a nivel mundial están adaptándose a las estrategias que están utilizando las armadoras (Volling & Spengler, Modeling and simulation of order-driven planning policies in build-to-order automobile production, 2011). Entre los retos con los que se

encuentran están encontrar un balance entre los costos y la disponibilidad de los productos sin perder la calidad (Elmoselhy, 2013).

La industria automotriz mexicana ha sido también objeto de distintos estudios. Uno de estos temas, es la relación que mantienen las armadoras que llegan con las empresas locales. Cuando las armadoras llegan a México, vienen con sus proveedores por lo que relación con las empresas locales es muy lejana. Se trata de una relación de oportunidad en dónde la única mejora está en la disminución del precio de los productos fabricados (Cedillo & Pérez, 2010) (Medeiros, Selitto, Borchard, & Albert, 2011). En el caso de la ciudad de Hermosillo, se encontró que pequeñas y medianas empresas comenzaron a participar en una relación más cercana a los proveedores Tier y la armadora. Esto se debió a que los dueños de las empresas participantes, habían trabajado para los proveedores y/o la armadora. Así también, las redes entre conocidos hizo posible el intercambio y aprendizaje de ideas y/o tecnología (Contreras, Carrillo, & Alonso, 2012). No obstante, para que la competitividad de cualquier sistema industrial aumente, es necesario la integración dinámica con los actores locales (Cedillo & Sánchez, 2013). La crisis del 2008, se estudió a través de un modelo de dinámica de sistemas en una empresa Tier localizada en el clúster automotriz de Coahuila, la tasa de despido. Encontrándose como ese clúster tenía un nivel muy alto de integración que hacia que cualquier factor externo, afectará a todos los integrantes (Sánchez, Cedillo, Pérez, & Martínez, 2011). Utilizando el mismo modelo de dinámica de sistemas, se observó el efecto látigo que tiene la cadena de suministro debido a un efecto disruptivo (Bueno & Cedillo, 2014).

2.4.3 Factores competitivos

La forma de trabajo de las armadoras varía dependiendo de su origen. Existen estudios que comparan la forma de trabajar de las armadoras alemanas y japonesas

que tienen, los cuales tienen como conclusión, la cantidad de autos que fabrican. Los fabricantes japoneses fabrican 3.8 de distintos modelos por línea de ensamble, las armadoras alemanas solo hacen 1.6 (Staeblein & Aoki, 2015). También existe una comparación entre dos importantes armadoras asiáticas: Toyota y Hyundai. Mientras que Toyota se enfoca en la planeación y el sistema de trabajo para evitar que factores externos influyan en sus procesos. Hyundai trabaja tomando en cuenta la incertidumbre externa en sus operaciones para poder mantenerse flexible (Shim & Steers, 2012). En el caso de la expansión internacional de las empresas japonesas, se observa que mantener las sedes administrativas en Japón ayudó contra las fluctuaciones del sistema (Nishitateno, 2013).

Un tema importante que toman los artículos es la migración de inversión extranjera directa con el fin de aprovechar los costos laborales bajos que existían en China. Por lo que se establece la importancia de políticas industriales que México debería tomar para poder competir en el mercado contra China (Hadjimarcou, Brouthers, & McNicol, 2013) (Gallagher & Shafaeddin, 2010).

Finalmente para cerrar este apartado, la falta de inversión en los procesos de investigación y desarrollo en México originaron la pérdida de competitividad por parte de la industria de autopartes (González, Alvarado, & Martín, 2013).

2.4.4 Factores de infraestructura

Primeramente, se analiza la importancia de la infraestructura y la relación que las instituciones y ésta tienen en el desarrollo del comercio y de la economía de un país (Francois & Manchin, 2013) (Hockman, Tabakis, & Zilberman, 2013) (Becerril-Torres, Álvarez-Ayuso, & Del Moral-Barrera, 2010) (Keeling, 2013) (Duran-Fernandez & Santos, Introduction to the special issue Regional development and

transport infrastructure in Mexico, 2014). La inversión en la infraestructura permite que las empresas se hagan más productivas y puedan competir internacionalmente (Hockman, Tabakis, & Zilberman, 2013) (Duran-Fernandez & Santos, Regional convergence, road infrastructure, and industrial diversity in Mexico, 2014). En las economías de países emergentes, la mejora en la infraestructura toma un papel fundamental puesto que permite que estos países puedan atraer más inversiones extranjeras directas. (Francois & Manchin, 2013). Sin embargo, no solo la infraestructura es la que atrae la inversión, sino que también la mano de obra y la tecnología con la que cuenta el país anfitrión (Brock & German-Soto, 2013).

En el caso de México, el modelo económico actual que está orientado a la exportación, ha permitido la mejora de la infraestructura carretera. Sin embargo, se percibe una diferencia de la infraestructura existente en cada estado del país (Becerril-Torres, Álvarez-Ayuso, & Del Moral-Barrera, 2010). Por lo que se presentan distintos grados de accesibilidad carretera en cada región. Por ejemplo, la accesibilidad de la región norte central es mayor que la del sur (Duran-Fernandez & Santos, A regional model of road accessibility in Mexico: accessibility surfaces and robustness analysis, 2014). Estas diferencias, explican parcialmente la brecha existente de la productividad laboral en las distintas regiones del país (Duran-Fernandez & Santos, Road infrastructure spillovers on the manufacturing sector in Mexico, 2014).

Con la entrada de México al TLCAN (Tratado de Libre Comercio), la inversión hacia la infraestructura terrestre mexicana ha crecido. Debido a la mejora de la infraestructura, la productividad en las empresas manufactureras y maquiladoras, aumentó durante la primera década de la entrada del TLCAN. La liberalización del comercio y el acceso a los mercados internacionales son complementarios uno con el otro en el desarrollo de la infraestructura (Duran-Fernandez & Santos, Regional convergence, road infrastructure, and industrial diversity in Mexico, 2014). A pesar

del desarrollo que ha experimentado la infraestructura carretera, para el transporte terrestre todavía sigue siendo uno de los principales problemas en sus gastos logísticos (Cravioto, Yamasue, Okumura, & Ishihara, 2013).

El TLCAN también ha tenido efectos sobre la manera de transportar la mercancía, dando origen al transporte multimodal e intermodal y creando corredores logísticos como el corredor internacional interoceánico de Mazatlán-Houston (De la O & Matis, 2014). Con la integración en el flujo del movimiento de la mercancía, los puertos mexicanos toman relevancia. Sin embargo, el transporte marítimo enfrenta áreas de oportunidad en la infraestructura portuaria y el sistema de comunicaciones (Ascencio, González-Ramírez, Bearzotti, Smith, & Camacho-Vallejo, 2014). Mientras que la unificación del transporte, encuentra retos en la monopolización del transporte ferroviario (Wilsmeier, Monios, & Rodríguez, 2015). Desde su privatización, el transporte ferroviario se ha hecho más productivo pero no está al nivel en la capacidad, eficiencia y productividad de sus pares estadounidense y canadiense (Villa & Sacristán-Roy, 2013).

La interacción de la frontera estadounidense mexicana forma parte de la infraestructura estudiada para lograr el objetivo de este artículo. La coordinación entre autoridades de ambos países se debe hacer con la finalidad de lograr la seguridad en la cadena de suministro, reducir los costos monetarios del comercio (Bronk & González-Aréchica, 2011) y disminuir los tiempos de tránsito a través de la eliminación de los cuellos de botella (Duran-Fernandez, Infrastructure policy in the USA-Mexico border: Evaluation and policy perspectives, 2014) (Avetisyan, Heatwole, Rose, & Roberts, 2015). A través de un modelo de dinámica de sistemas, se muestran los efectos de retraso en los cruces de frontera, con lo cual se confirma la importancia que tienen programas como el C-TPAT para hacer más eficiente el proceso del cruce (Cedillo, Sánchez, Vadali, Villa, & Menezes, 2014).

Cerrando el análisis de esta categoría, la infraestructura mexicana presenta distintas áreas de oportunidades en sus distintos tipos de modo de transporte. Sin embargo, no solo en la práctica presenta esta situación sino que también hacen falta más trabajos de investigación que aborden el tema (Keeling, 2013).

2.4.5 Factores macroeconómicos y factores políticos

La crisis del 2008, hace que las tres grandes armadoras estadounidenses desplacen gran parte de su producción hacia los estados sureños del mismo Estados Unidos y hacia México (Rutherford & Holmes, 2014) (Drauz, 2014) (Álvarez, 2013). En el caso de México, el objetivo es obtener ventaja competitiva a través de los salarios bajos tomando las oportunidades que ofrece el TLCAN (Alvarez & Carrillo, 2014). Sin embargo, se percibe falta de inversión en infraestructura y de una política macroeconómica que produzca el crecimiento sin perder la estabilidad (Gomes, Aparecida, & Carvalho, 2013).

No obstante, a pesar de la continua llegada de inversión extranjera directa a México, existe volatilidad en el empleo por lo que se presentan modelos que expliquen tal hecho (Bergin, Feenstra, & Hanson, 2011). Se toma la posición geográfica que cuenta México para poder no solo utilizarlo como un mercado y proveedor sino también como la entrada al mercado latinoamericano (Javalgi, Deligonul, Ghosh, Lambert, & Cavusgil, 2010).

2.4.6 Factores tecnológicos

Las armadoras son las responsables de determinar las restricciones que permiten mantener la estabilidad en la cadena (Wells & Nieuwehnhui, 2012). Sin embargo, los avances tecnológicos están influyendo en la cadena de suministro (Michalos, Makris, Papakostas, Mourtzis, & Chryssolouris, 2010) por lo que las armadoras tienen que ser flexibles en sus cadenas de suministro manteniendo costos competitivos (Tomlin, 2014) (Lim, Alpan, & Penz, 2014) y estarse innovando constantemente (Johansson & Johnsson, 2012).

La industria automotriz fue pionera del sistema de manufactura esbelta (Martínez-Jurado & Moyano-Fuentes, 2014). Por lo que se proponen distintos indicadores de desempeño que permiten mediar a los participantes de la cadena de suministro para compararlos en su manufactura esbelta (Azevedo, Govindan, Carvalho, & V., 2012).

A través de la producción en masa, los automóviles se volvieron accesibles para gran parte de la población. Debido a que el objetivo de la producción en masa es que se puedan ser accesibles en sus precios (Hu, 2013). En la actualidad, la personalización en masa permite segmentar los mercados y que éstos puedan “escoger” entre distintas opciones (Hu, 2013). La personalización en masa es la forma dominante de producción que permite dar un alto valor agregado al consumidor final (Fogliatto, da Silveira, & Borestein, 2012). No obstante, la personalización en masa está abriendo a la personalización individual que se prevé transforme la economía global (Tseng, Jiao, & Wang, 2010) ya que permitirá el “diseño” por parte de cada individuo de los productos que consuma (Hu, 2013). La industria de los vehículos ligeros entra dentro de estos nuevos productos a personalizar.

Otro avance tecnológico que puede romper paradigmas en la industria automotriz, es el uso de las impresiones en tercera dimensión (Weller, Kleer, & Piller,

2015). Esta nueva tecnología conduciría a cambios hacia una producción localizada más cercana de su mercado final y además disminuiría el costo total de la producción (Gebler, Schoot, & Visser, 2014).

Las tecnologías pro ambientales están tomando también fuerza y se empiezan a convertir en una decisión estratégica en la cadena de suministro con la finalidad de reducir las emisiones de carbono y disminuir la contaminación (Lee K. H., 2011). Tomando un modelo económico viable que a su vez tenga impactos positivos tanto en el medio ambiente y en la sociedad (Nieuwenhuis & Katsifou, 2015).

2.4.7 Identificación de las variables de decisión para la localización

Dentro de las variables que afectan la localización de las empresas, se encontró que la más importante es la infraestructura regional. Debe existir una accesibilidad a terrenos, energía, transporte y telecomunicaciones pero además se analiza la calidad que tienen. El tema de los costos también es sensible, se determinan cuáles son los costos de terrenos e infraestructura, el costo de la mano de obra, telecomunicaciones y servicios públicos y privados. Se establece la disponibilidad de servicios logísticos, financieros, legales y financieros así como su calidad (Avelar-Sosa, García-Alcaraz, Cedillo-Campos, & Adarme-Jaimes, 2014).

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describirá la metodología descrita para lograr el objetivo de la tesis. Primeramente, se presentará la metodología general que es la triangulación de métodos. Después, se explicará cada método en específico que se utilizaron en cada uno de los capítulos de la tesis.

3.1 Triangulación de métodos

Desde un enfoque basado en la triangulación de métodos tomando como base el análisis de artículos científicos, información estadística y geográfica, se identificarán las variables de decisión involucradas que influyen la localización de armadoras de vehículos ligeros.

La triangulación es definida como la “aplicación y combinación de varias metodologías en el estudio de un mismo fenómeno” (Denzin, 1970) y se proponen cuatro estrategias de triangulación:

1. Triangulación de datos: Esta triangulación se refiere a que por medio de datos obtenidos a través de diferentes métodos cualitativos, se verificará y comparará la información. (Okuda & Gómez-Restrepo, 2005).
2. Triangulación de investigador: Este tipo de triangulación se realiza a través del análisis del fenómeno por distintos investigadores que provengan de distintas disciplinas (Okuda & Gómez-Restrepo, 2005).
3. Triangulación teórica: En el caso de esta triangulación, el funcionamiento de un fenómeno es explicado por medio de diferentes teorías (Okuda & Gómez-Restrepo, 2005).
4. Triangulación metodológica o triangulación de métodos: Para esta triangulación, se utilizan distintos métodos científicos (ver figura 6). (Okuda & Gómez-Restrepo, 2005).

Como se mencionó en el primer párrafo del presente capítulo, la triangulación de métodos o triangulación metodológica será empleada en esta tesis. Se utilizó la triangulación de métodos ya que se trabajó sobre métodos cualitativos (revisión bibliográfica) y sobre métodos cuantitativos (identificación de nodos origen-destino con base en datos numéricos y el modelo de confiabilidad del transporte). Esta información se ve interpretada en la figura 6.



Figura 6. Triangulación de métodos o triangulación metodológica
Fuente: Elaboración propia

Primeramente a través de una revisión de literatura, se identificarán las variables de decisión para la localización. La revisión de literatura se hará en los campos de factores estratégicos (estudio de instalaciones), factores logísticos, factores competitivos, factores de la infraestructura, factores macroeconómicos y políticos, y factores tecnológicos. A continuación, se analizarán, las estadísticas de volúmenes de producción y exportación. Después, se estudiará como a través del método de asignación todo o nada con datos del flujo ferroviario de la industria automotriz mexicana en 2011, el Instituto Mexicano del Transporte encontró los nodos destino-origen más importantes (Instituto Mexicano del Transporte, 2014), por lo que se determinará el impacto que la regionalización de la industria automotriz ha tenido sobre la infraestructura en México. Finalmente, se revisará la industria de autopartes y su flujo en el año 2013 por medio de la información de cartas porte (ver figura 7).

3.2 Método de análisis de contenido cualitativo

Para la primera parte que es la identificación de las variables de decisión para la localización de las armadoras de vehículos ligeros a través de la revisión de literatura, se utilizó un método de análisis de contenido cualitativo (Mayring, 2003). Kohlbacher (Kohlbacher, 2006) resume algunos puntos centrales de la metodología de Mayring (Mayring, 2003) que son:

- Colocación del material en un modelo de comunicación: Este punto se refiere a determinar cuáles serán las interferencias que podrían afectar a la investigación.
- El análisis sistemático basado en reglas: Es decir, el análisis de la información por medio de reglas de procedimiento y la elaboración de unidades que permitan el estudio.

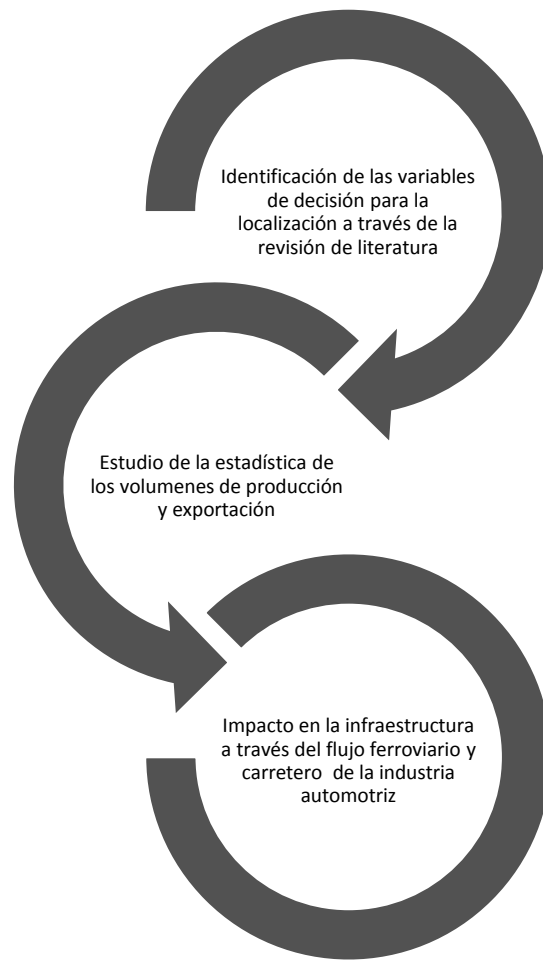


Figura 7. Esquema de la triangulación de métodos aplicados en la presente tesis
Fuente: Elaboración propia

- Categorías en el centro del análisis: Las características más importantes del texto, se agrupan en categorías y se revisan en el proceso del análisis.
- Objeto de referencia en lugar de la técnica: Se debe hacer una conexión correcta a lo largo de la investigación.

En la figura 8, se observa como Kolbacher (Kohlbacher, 2006) esquematizó el procedimiento desarrolló Marying (Mayring, 2003). El método consta de tres distintas etapas analíticas cuya aplicación depende del tema de investigación:

- Recolección de la información: En esta parte se pretende obtener solo el material esencial para la investigación.
- Explicación: En este punto, como su nombre lo indica, aclara y explica la información obtenido. Primeramente, a través del estudio de la terminología. Luego, se determinará cuál será la información a explicar y finalmente, se hará un análisis de amplio contexto.
- Estructuración: En esta fase, se determinan las unidades de análisis. Se definirá y ejemplificará la información obtenida para finalmente, presentar los resultados finales.

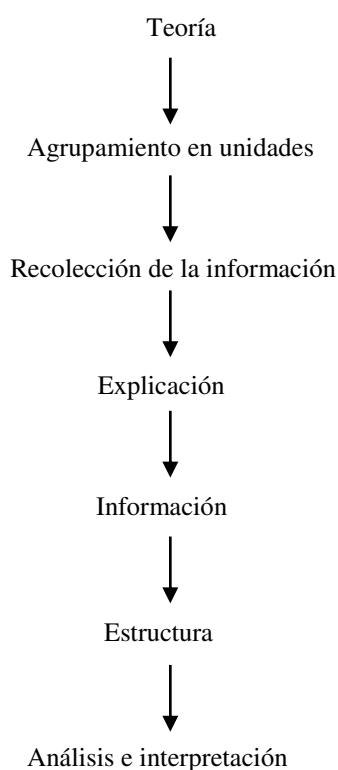


Figura 8. Esquema del análisis de contenido cualitativo
Fuente: (Kohlbacher, 2006)

En el caso de la revisión de la literatura de la presente tesis, como se explicó anteriormente, se realizó bajo la metodología de análisis cualitativo de Mayrying (Mayring, 2003). Las fases en las que se dividió son: recolección de información, la explicación de la información a través de un análisis descriptivo, la estructura mediante la selección de categorías y agregando finalmente, la evaluación de la información. En la sección de antecedentes, en donde se encuentra la revisión, se explicó a detalle cómo se trabajó en cada etapa.

3.3 Análisis de la estadística disponible de producción y exportación de vehículos ligeros

Para el estudio estadístico de volumen, se empleó un método analítico, para el cual se investigó en las páginas web de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles y en la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. A partir de la información encontrada, se dividió el análisis en dos partes, desde una perspectiva mundial y desde una perspectiva nacional. Esto se hizo con la finalidad de tener un alcance de entendimiento más general.

Una vez teniendo la información a usar, se mapeó a través de gráficas y tablas, con la finalidad de obtener una comparación sobre la producción de vehículos ligeros desde el 2007 al 2014 y poder identificar el patrón de producción y exportación tanto en México como en la región de América del Norte.

3.4 Impacto en la infraestructura a través del flujo ferroviario

Finalmente, en la tercera y última parte de la tesis que es el impacto en la infraestructura a través del flujo ferroviario y carretero de la industria automotriz. Se analizará también la información disponible. Sin embargo, además de lo anterior, se utilizó el método de asignación todo o nada.

Primeramente, se definirá lo que es un método de asignación. Este tipo de método resuelve problemas de programación lineal con características especiales. Este tipo de problemas pueden ser solucionados mediante modelos de transporte. No obstante, el método de asignación es más rápido (González Á. L., 2003).

Las características de los problemas de asignación son (González Á. L., 2003):

- Las capacidades son iguales a 1.
- Las demandas son iguales a 1.
- Se busca determinar qué origen asignar a cada destino.
- La matriz de a_{ij} debe ser cuadrada. La i se refiere a un agente asignado a una tarea j .

Para explicar mejor el modelo de asignación, utilizaremos el ejemplo de usuarios y recorridos (ver figura 9) (Soret los Santos, 2004) . El elemento c_{ij} representa el costo de asignar al usuario i al trayecto j ($i, j = 1, 2, \dots, n$).

		trayectos				
		1	2	...	n	
usuarios	1	c	C	...	c	1
	2	c	C	...	c	1

	N	c	C	...	c	1
		1	1	...	1	

Figura 9. Modelo de asignación
Fuente: Elaboración propia

El modelo es el siguiente:

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$s. a: \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, \dots, n \quad 1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, m \quad 2)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad 3)$$

En dónde m = usuario, n representa el trayecto. x_{ij} = 1, si el j -ésimo usuario “ m ” se asigna al i -ésimo trayecto “ n ”; y 0, si no. c_{ij} = es el costo de asignar del usuario i al trayecto j

Ahora bien, dentro de los métodos del problema de solución, se encuentra el método de solución todo o nada que es el que se escogió.

En este método, se supone que el tiempo de viaje en los enlaces no varía con los flujos de enlace, es decir, $\tau_a(x_a) = \tau_a$ y que todos los usuarios saben del tiempo exacto de viaje en los enlaces.

Por lo que, la finalidad del método todo o nada se pretende minimizar el tiempo de viaje entre un origen determinado y un destino de distintas opciones.

El algoritmo de este método es el siguiente (Nptel, 2015):

Paso 1. Por cada par $i - j$ (es decir, el par origen-destino) con $t_{ij} > 0$, se determina el tiempo mínimo de una ruta de viaje utilizando T_a como el vínculo los tiempos de viaje. También inicializar todos $x_a^0 = 0$.

Paso 2. Se estable el set contador de iteraciones $k = 1$. Escoger un par $i - j$.

Paso 3. Asignar t_{ij} a la trayectoria mínima entre el par $i - j$. Si el enlace es una parte del conjunto de ruta mínimo $x_a^k = x_a^{k-1} + t_{ij}$ ó $x_a^k = x_a^{k-1} + 0$ $\tau_a(x_a) = \tau_a$

Paso 4. Si $k = N$ (dónde N es el número total de pares $i - j$. con $t_{ij} > 0$ entonces x_a^k . De lo contrario, seleccione otro par $i - j$; conjunto $k = k + 1$ y regrese al paso 3.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo, se divide en tres secciones que son el estudio de la estadística de los volúmenes de producción y exportación, el impacto en la infraestructura a través del análisis del flujo ferroviario de la industria automotriz de 2011 y el modelo de confiabilidad en el transporte.

4.1 Estudio de la estadística de los volúmenes de producción y exportación

Para poder entender la importancia de la industria automotriz de vehículos ligeros, es necesario primeramente analizar la información estadística disponible tanto de los volúmenes de producción y exportación a nivel mundial, en la región de América del Norte y en México.

El análisis se realizará desde dos perspectivas debido a que los datos pueden diferir y también con la finalidad de obtener un entendimiento más amplio.

Primeramente desde una perspectiva macro en donde se comparará México con los demás países. Se contemplará la producción de vehículos de motor para tenerla como fundamento y poder pasar a la producción de vehículos ligeros. La base de datos a utilizar será la de la OICA (Organización Internacional de Constructores de Automóviles) (OICA, 2015) y del Global Trade Atlas a través de PROMEXICO (PROMEXICO, 2013).

Después, desde un enfoque nacional, con base en la información disponible de la AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz) (AMIA, 2015) se llevará a cabo una comparativa sobre años anteriores de los niveles de producción y exportación. En este caso, el estudio se realizará solo con datos de la producción de vehículos de motor ya que es la información que está disponible.

4.1.1 Análisis de información estadística sobre volúmenes de producción y exportación desde una perspectiva mundial

De acuerdo a datos de la OICA, en el 2014, México se consolidó en el séptimo lugar de producción de vehículos de motor a nivel mundial, rebasando a Brasil (revisar tabla 1). En el caso de China se observa un aumento considerable en su producción, esto debido a las políticas industriales y económicas dirigidas a satisfacer a un mercado interno impulsado por una clase media creciente (The Economist, 2013). La producción estadounidense presenta también un incremento. Japón, Alemania, Corea del Sur y la India se mantienen en sus posiciones; no tienen ni aumentos ni disminuciones significativas. Al contrario de México, que continúa con un ritmo de crecimiento en su producción. Brasil muestra una caída. España y Canadá se quedan con el noveno y décimo lugar respectivamente.

En la figura 10, se encuentran los primeros cinco lugares de los países exportadores de vehículos de motor. En primer lugar Japón, segundo Alemania, tercero Corea del Sur, México se ubica en el cuarto lugar y España en el quinto lugar. Un elemento importante a subrayar es que si bien China es el principal productor de vehículos ligeros, no figura dentro de los principales países de exportación ya que dirige su producción hacia su mercado interno.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	Japón – 11.5	Japón – 11.5	China -13.7	China -18.2	China – 18.8	China – 19.2	China – 22.1	China – 23.7
2	Estados Unidos – 10.7	China – 9.3	Japón – 7.9	Japón – 9.6	Estados Unidos – 8.6	Estados Unidos – 10.3	Estados Unidos – 11.0	Estados Unidos – 11.6
3	China – 8.8	Estados Unidos – 8.7	Estados Unidos – 5.7	Estados Unidos – 7.7	Japón – 8.3	Japón – 9.9	Japón 9.6	Japón 9.7
4	Alemania – 6.2	Alemania – 6.0	Alemania – 5.2	Alemania – 5.9	Alemania – 6.3	Alemania -5.6	Alemania – 5.7	Alemania – 5.9
5	Corea del Sur – 4.0	Corea del Sur – 3.8	Corea del Sur – 3.5	Corea del Sur – 4.2	Corea del Sur – 4.6	Corea del Sur - 4.5	Corea del Sur – 4.5	Corea del Sur – 4.5
6	Francia – 3.0	Brasil -3.2	Brasil -3.1	India – 3.5	India – 3.9	India -4.1	India – 3.8	India – 3.8
7	Brasil – 2.9	Francia – 2.5	India – 2.6	Brasil – 3.3	Brasil – 3.4	Brasil -3.3	México – 3.0	México – 3.3
8	España – 2.8	España – 2.5	España – 2.1	España – 2.3	México – 2.6	México -3.0	Brasil – 3.7	Brasil – 3.1
9	Canadá – 2.5	India – 2.3	Francia – 2.0	México – 2.3	España – 2.3	Tailandia -2.4	España – 2.1	España – 2.4
10	India -2.2	México -2.1	México – 1.5	Francia – 2.2	Francia -2.2	Canadá – 2.4	Canadá – 2.3	Canadá – 2.3

Tabla 1. Diez principales productores de vehículos de motor
*millones de unidades

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

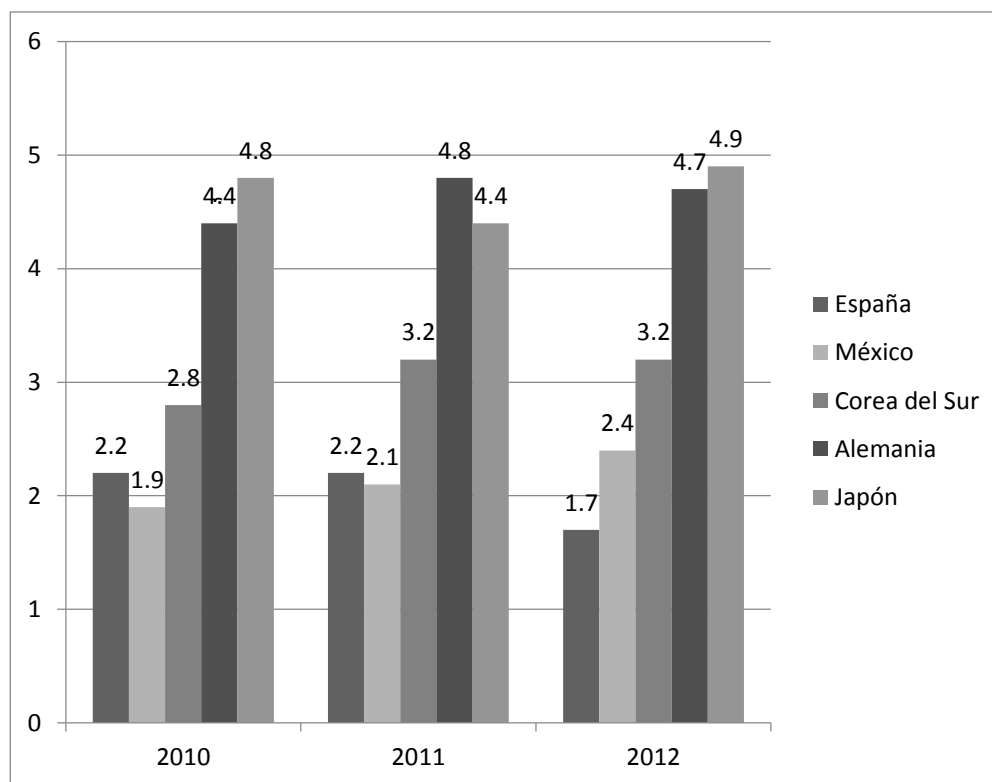


Figura 10. Principales países exportadores de vehículos
(millones de unidades)

Fuente: ProMexico con datos de Global Trade Atlas

En la tabla 2, se compara el crecimiento de la producción de vehículos de motor en la región del TLCAN desde el 2007 hasta el 2014. Si bien, en términos porcentuales, México presenta la tasa de crecimiento más alta de los tres países, en términos absolutos, Estados Unidos sigue siendo por mucho el mayor productor de la región.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TLCAN	15,454,764	12,974,058	8,760,965	12,153,564	13,477,706	15,797,804	16,501,115	17,419,895
Canadá	2,578,790	2,077,589	1,490,482	2,068,189	2,135,121	2,463,364	2,379,834	2,393,890
México	2,095,245	2,191,230	1,561,052	2,342,282	2,681,050	3,001,814	3,054,849	3,365,306
Estados Unidos	10,780,729	8,705,239	5,709,431	7,743,093	8,661,535	10,332,626	11,066,432	11,660,699

Tabla 2. Producción de vehículos de motor en la región del TLCAN del 2007 al 2014

Fuente: OICA

Siendo la producción de vehículos ligeros el tema de estudio de esta tesis, nos enfocaremos directamente a éstos. En la tabla 3 y figura 11, se tiene el porcentaje de producción de vehículos ligeros sobre el de los vehículos de motor de 2007 al 2014. Para los tres países participantes del TLCAN, la producción de vehículos representa una proporción significativa. Sin embargo, para México lo es aún más ya que de acuerdo a la información disponible, se encontró que del 2007 al 2014, la producción de vehículos ligeros representa más del 50% de la producción total de vehículos de motor.

Año		Producción de vehículos ligeros	Producción de vehículos de motor	Porcentaje de la producción de vehículos ligeros sobre la producción de vehículos de motor
2007	TLCAN	6,475,498	15,454,764	41.90
	Canadá	1,342,133	2,578,790	52.05
	México	1,209,097	2,095,245	57.71
	Estados Unidos	3,924,268	10,780,729	36.40
2008	TLCAN	6,213,082	12,974,058	47.89
	Canadá	1,195,436	2,077,589	57.54
	México	1,241,288	2,191,230	56.65
	Estados Unidos	3,776,358	8,705,239	43.38
2009	TLCAN	3,690,731	8,760,965	42.13
	Canadá	822,267	1,490,482	55.17
	México	942,876	1,561,052	60.40
	Estados Unidos	2,195,588	5,709,431	38.46
2010	TLCAN	5,084,330	12,153,564	41.83
	Canadá	967,077	2,068,189	46.76
	México	1,386,148	2,342,282	59.18
	Estados Unidos	2,731,105	7,743,093	35.27
2011	TLCAN	5,624,553	13,477,706	41.73
	Canadá	990,482	2,135,121	46.39
	México	1,657,080	2,681,050	61.81
	Estados Unidos	2,976,991	8,661,535	34.37
2012	TLCAN	6,956,179	15,797,804	44.03

	Canadá	1,040,298	2,463,364	42.23
	México	1,810,007	3,001,814	60.30
	Estados Unidos	4,105,874	10,332,626	39.74
2013	TLCAN	7,106,013	16,501,115	43.06
	Canadá	955,191	2,379,834	40.14
	México	1,771,987	3,054,849	58.01
	Estados Unidos	4,368,835	11,066,432	39.48
2014	TLCAN	7,082,340	17,419,895	40.65
	Canadá	913,533	2,393,890	38.16
	México	1,915,709	3,365,306	56.92
	Estados Unidos	4,253,098	11,660,699	36.47

Tabla 3. Relación de la producción de vehículos ligeros sobre la producción de vehículos de motor de los años 2007 al 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

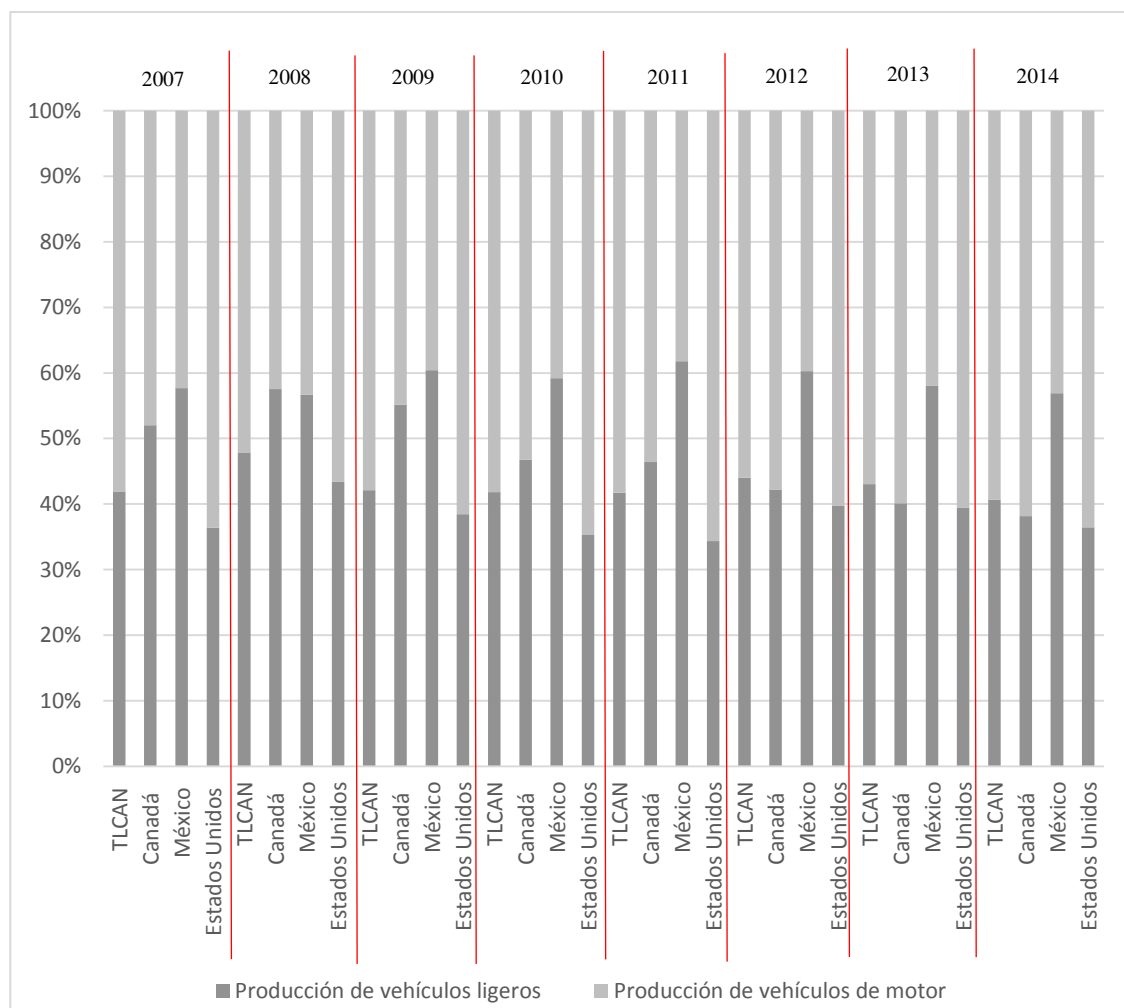


Figura 11. Gráfica de la producción de vehículos ligeros sobre la producción de vehículos de motor de los años 2007 a 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

En la tabla 4 se encuentran los volúmenes de producción del año 2007 al año 2014. Esto para poder ver el tamaño de la producción de vehículos ligeros antes y después de la crisis del 2008. Mientras que en la figura 12, se puede ver esta información graficada.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TLCAN	6,475,498	6,213,082	3,690,731	5,084,330	5,624,553	6,956,179	7,106,013	7,082,340
Canadá	1,342,133	1,195,436	822,267	967,077	990,482	1,040,298	955,191	913,533
México	1,209,097	1,241,288	942,876	1,386,148	1,657,080	1,810,007	1,771,987	1,915,709
Estados Unidos	3,924,268	3,776,358	2,195,588	2,731,105	2,976,991	4,105,874	4,368,835	4,253,098

Tabla 4. Producción de vehículos ligeros del 2007 al 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

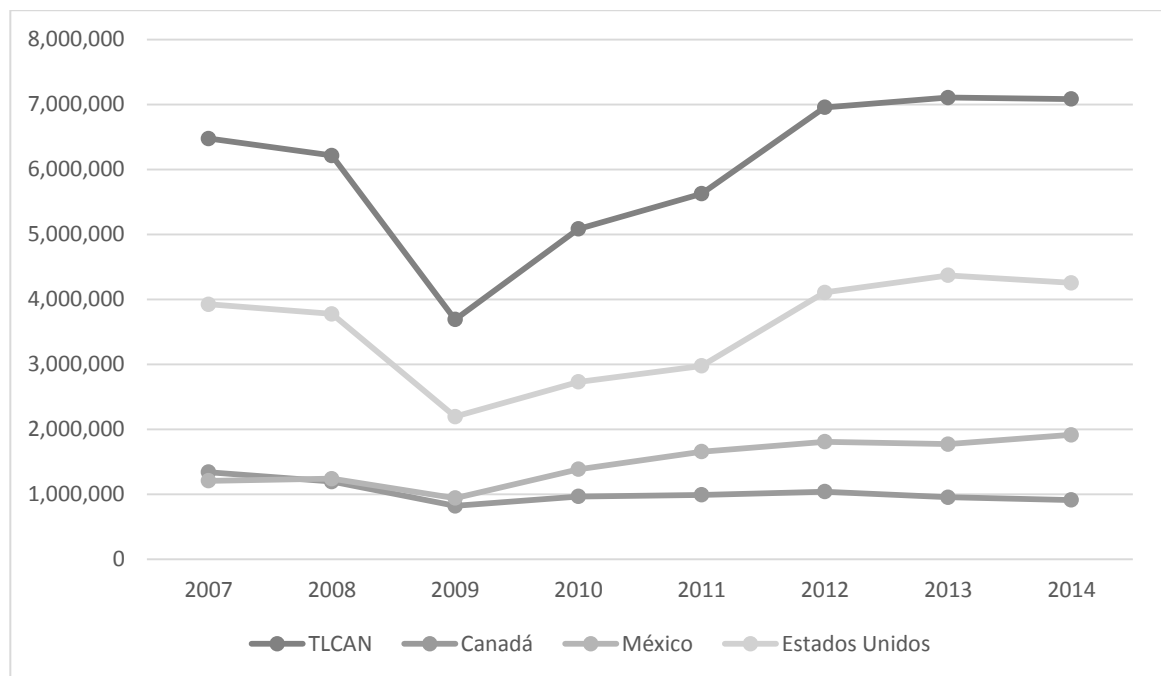


Figura 12. Gráfica de producción de vehículos ligeros del 2007 al 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

Si se compara la producción antes de la crisis del 2007 con la producción del 2014 (revisar figura 13), se puede observar que en general la región del TLCAN ha

aumentado su producción. Así como México y Estados Unidos. No obstante, Canadá, no ha logrado tener los niveles de producción del 2007.

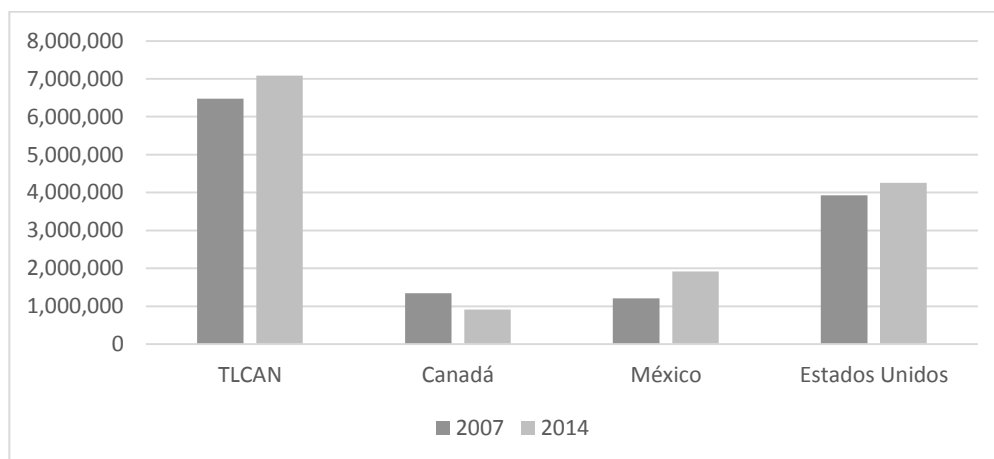


Figura 13. Gráfica de comparación de las producciones de vehículos ligeros de los miembros del TLCAN entre los años 2007 y 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

Con la información disponible, se determinó que mientras la participación de la producción de Estados Unidos de vehículos ligeros en el 2014, mantiene el mismo porcentaje del 60% que en el 2007. México aumentó de un 19% a 27% y Canadá disminuyó del 21% a 13% (revisar figura 14).

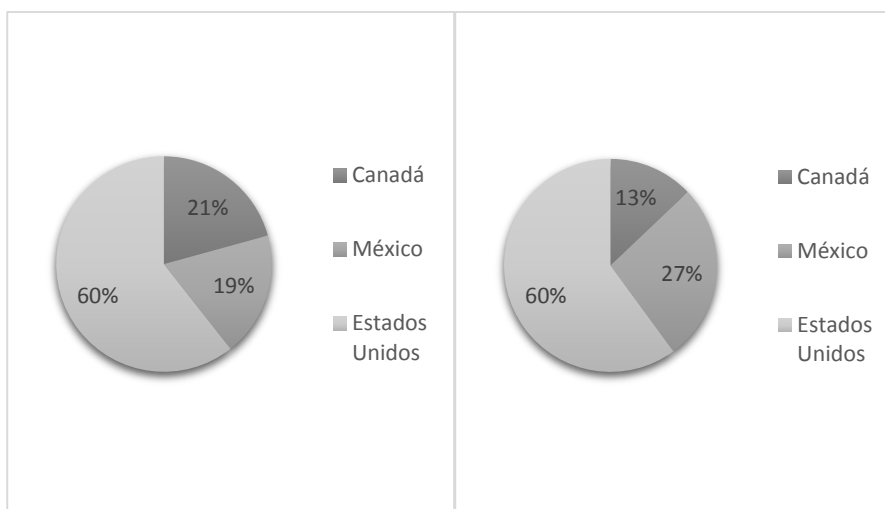


Figura 14. Comparación de participación de la producción de vehículos ligeros de los miembros del TLCAN entre los años 2007 y 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

En la tabla 5, se contempla que en términos porcentuales, la región de América del Norte tuvo un aumento de 9.3%. Canadá ha sido el país más afectado con una disminución del 31.9% en su producción. Mientras que México ha incrementado su producción en un 58.4%. Estados Unidos presentó un aumento del 8.3%. No obstante, en términos absolutos, Estados Unidos es el mayor productor de la región.

	Porcentaje de variación
TLCAN	9.30%
Canadá	-31.90%
México	58.40%
Estados Unidos	8.30%

Tabla 5. Porcentaje de variación de la producción de vehículos ligeros del 2014 respecto al 2007

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

Finalmente, para concluir esta sección, en la tabla 6 se presentan los datos de la producción de vehículos ligeros por regiones de los años 2011 a 2014. Esto con la

finalidad de tener un punto de referencia para comparar la región de América del Norte con las demás regiones. Se observó que la región del TLCAN es una de las regiones que mayor dinamismo ha presentado en sus volúmenes de producción.

Región	2011	2012	2013	2014
Europa	18,279,084	17,403,987	17,558,098	17,975,182
TLCAN	5,624,553	6,956,179	7,106,013	7,082,340
América del Sur	3,137,247	3,168,724	3,320,814	2,751,459
Asia-Oceanía	32,480,804	35,159,735	37,243,937	39,238,995
África	375,585	381,377	409,589	477,370

Tabla 6. Producción de vehículos ligeros en las distintas regiones del mundo del 2011 al 2014

Fuente: Elaboración propia con datos de la OICA

4.1.2 Análisis de información estadística sobre volúmenes de producción y exportación desde una perspectiva nacional

De acuerdo a la AMIA, la producción de los automóviles ligeros en el período comprendido de enero a diciembre del 2014, respecto al mismo período un año anterior aumentó en un 9.8%. Mientras que la exportación aumentó en un 9.10% (revisar la tabla 7).

Si bien las exportaciones siguen en aumento, se encontró que las ventas al mercado interno no aumentaron como las exportaciones principalmente a la importación de vehículos de Estados Unidos así como la poca flexibilidad de créditos que se otorgan.

CIFRAS DE ENERO-DICIEMBRE 2014			
PERÍODO	PRODUCCIÓN TOTAL	EXPORTACIÓN	VENTA PÚBLICO
Ene-Dic 2014	3,219,786	2,642,887	1,135,409
Ene-Dic 2013	2,933,465	2,423,084	1,063,363
Variación %	9.80%	9.10%	6.80%
Diferencia	286,321	219,803	72,046

Tabla 7. Comparación de vehículos de motor producidos, exportados y para venta al público en 2013 y 2014
Fuente: AMIA

La tabla 8 es un comparativo de los países origen de los que Estados Unidos importó sus vehículos en el 2013 y 2014. La cantidad que Estados Unidos y Canadá fabricaron para el mercado estadounidense, en forma conjunta, sigue ocupando el primer lugar en ambos años. Con una producción de 10, 492, 884 en 2013 y 11, 107, 444 en 2014 y por lo tanto, una tasa de crecimiento del 5.85%. México avanzó al segundo lugar, al pasar de 1, 646, 950 vehículos ligeros en el 2013 a 1, 875, 575 en el 2014 con una tasa de crecimiento del 13.88%. Al contrario, Japón descendió del segundo lugar en el 2013 con una producción de 1, 664, 841 al tercer lugar en el 2014 con una producción de 1, 627, 296 y una tasa de decrecimiento de -2.30%. Alemania mantuvo el 4 lugar en ambos años con una producción de 749,053 en 2013, mientras que en el 2014, entraron 748,134. Sin embargo, presenta una ligera tasa de decrecimiento de -.12% Corea logra una tasa de crecimiento importante, al colocar 658,696 vehículos ligeros en el 2013 a 738,729 en el 2014 y una tasa de crecimiento del 12.15%. Mientras que otros países pasaron de exportar 319,282 vehículos ligeros en el 2013 a 338,108 en el 2014 y una tasa de crecimiento del 5.89%. Finalmente, el volumen total de vehículos ligeros que se produjeron y entraron al territorio

estadounidense fue de 15, 531, 706 en el 2013 y de 16, 435, 286 en el 2014. Lo que significa en términos porcentuales que el 2014 fue superior al 2013 en 5.81%.

Respecto a estos datos, México presentó la tasa de crecimiento más alta respecto a los demás países que no son de la región. Con lo cual se infieren dos aspectos: el grado de dependencia de las exportaciones mexicanas de vehículos ligeros del mercado estadounidense y que la llegada de las armadoras al país tienen como principal mercado meta el de Estados Unidos. Por lo que se observa el dinamismo en la regionalización de la industria automotriz.

Ranking 2014	Origen	2013	2014	Diferencia porcentual
1	EE.UU. y Canadá	10,492,884	11,107,444	5.85%
2	México	1,646,950	1,875,575	13.88%
3	Japón	1,664,841	1,627,296	-2.30%
4	Alemania	749,053	748,134	-0.12%
5	Corea	658,696	738,729	12.15%
6	Otros países	319,282	338,108	5.89%
	TOTAL	15,531,706	16,435,286	5.81%

Tabla 8. Origen de los vehículos de motor importados en Estados Unidos
Fuente: AMIA

En la tabla 9, se muestra que Estados Unidos es el mercado más importante que tiene la industria automotriz mexicana con una participación del 71% en el 2014. El segundo y tercer lugar es ocupado por Canadá y Brasil respectivamente. Lo interesante a observar es que la tasa de variación sobre los lugares a los que exportó México a otros países en el 2014 respecto al 2013, es de más del 20%, tanto positiva como negativamente. El caso más llamativo es el de Arabia que si bien la cantidad en valor absoluta permanece siendo menor, en términos porcentuales aumentó más del 196.8%

El principal destino de exportación de vehículos de motor es Estados Unidos con un 71% de participación. Le sigue Canadá con un 10.10%. Lo que significa que

más del 80% de las exportaciones se dan a los países de la misma región. Se encuentra una vez más el flujo tan importante que existe en los participantes del TLCAN.

Ranking 2013	Ranking 2014	País	Ene-Dic 2013	Ene-Dic 2014	Participación 2014	Variación	
						<i>porcentual</i>	<i>Absoluto</i>
1	1	EE.UU.	1,646,950	1,875,575	71.00%	13.90%	228,625
2	2	Canadá	194,851	267,371	10.10%	37.20%	72,520
3	3	Brasil	137,443	102,828	3.90%	-25.20%	-34,615
4	4	Alemania	118,876	86,037	3.30%	-27.60%	-32,839
7	5	China	41,060	74,176	2.80%	80.70%	33,116
6	6	Colombia	47,527	60,864	2.30%	28.10%	13,337
5	7	Argentina	61,624	25,720	1.00%	-58.30%	-35,904
12	8	Arabia	7,852	23,308	0.90%	196.80%	15,456
8	9	Chile	17,697	12,410	0.50%	-29.90%	-5,287
13	10	Perú	7,347	11,776	0.40%	60.30%	4,429
		Otros países	141,857	102,822	3.90%	-27.50%	-39,035
		EXPORTACIÓN TOTAL	1,353,821	1,505,505		9.10%	219,803

Tabla 9. Principales destinos de las exportaciones mexicanas de vehículos de motor

Fuente: AMIA

4.2 Impacto en la infraestructura del transporte

En esta segunda sección, se analizará la influencia que ha tenido la industria automotriz en la infraestructura del transporte. Primeramente, a través del estudio de los datos del flujo ferroviario de la industria automotriz en el año 2011. Después, por medio de los datos de las cartas portes del 2013, se observará el desarrollo del flujo carretero de la industria automotriz entre Estados Unidos y México.

4.2.1 Análisis del flujo ferroviario del año 2011 de la industria automotriz

En la tabla 10, se presentan los estados mexicanos que cuentan con mayor flujo de movimiento por ferrocarril de la industria automotriz. También se observa la actividad existente en las entidades estadounidenses la cual es fruto de la interacción con México.

El movimiento total de toneladas de autopartes y vehículos terminados en el 2011 fue de 8, 445, 872. De esta cantidad, 8, 418, 416 toneladas pertenecen a la actividad en México, mientras 27,455 toneladas son del par origen-destino de Estados Unidos. Esta cantidad representa un 3.6% de la carga total (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).

De las 8, 418, 416 toneladas que son de México, 7, 417, 686 son de vehículos terminados y 1, 000, 730 toneladas son de autopartes. Las entidades con mayor flujo son Coahuila, Tamaulipas, Sonora, Guanajuato, Veracruz, Estado de México, Tlaxcala, Aguascalientes, Chihuahua, Nuevo León, Querétaro, Michoacán y San Luis Potosí.

El tonelaje de la cantidad total de vehículos terminados transportados por el ferrocarril fue de 7, 417, 686 toneladas. La distribución se hizo a través de 131 intercambios pero solo 17 de estos nodos tuvieron cantidades mayores a 50,000 toneladas (ver figura 15) y agrupan el 77 % del volumen de carga de este grupo de productos (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).

Entidades	Autopartes y vehículos terminados			Vehículos terminados			Autopartes		
	Origen	Destino	Total	Origen	Destino	Total	Origen	Destino	Total
Coahuila	1,015,494	748,167	1,763,661	858,328	678,556	1,536,884	157,166	69,611	226,777
Tamaulipas	190,463	1,401,180	1,591,643	111,860	1,075,232	1,187,092	78,603	325,948	404,551
Sonora	546,101	529,795	1,075,896	541,430	521,609	1,063,039	4,671	8,186	12,857
Guanajuato	709,211	99,445	808,656	687,294	37,813	725,107	21,917	61,633	83,549
Veracruz	63,048	527,853	590,901	62,905	527,597	590,503	143	255	398
Estado de México	315,756	247,447	563,203	315,693	247,447	563,140	63	0	63
Tlaxcala	517,458	5,497	522,954	517,218	5,497	522,714	240	0	240
Aguascalientes	409,611	38,561	448,172	409,611	38,561	448,172	0	0	0
Chihuahua	55,852	300,973	356,825	54,702	300,856	355,559	1,149	117	1,266
Nuevo León	130,364	43,875	174,239	1,398	36,048	37,445	128,966	7,828	136,794
Querétaro	250	143,628	143,879	57	142,495	142,553	193	1,133	1,326
Michoacán	67,510	50,756	118,266	67,510	50,756	118,266	0	0	0
San Luis Potosí	94,256	5,754	100,010	60	60	120	94,196	5,694	99,890
Jalisco	46,342	38,773	85,115	46,113	37,661	83,773	229	1,112	1,341
Colima	30,328	1,630	31,958	30,328	1,630	31,958	0	0	0
Hidalgo	0	19,067	19,067	0	0	0	0	19,067	19,067
Baja California	3,231	8,924	12,155	0	0	0	3,231	8,924	12,155
Durango	0	106	106	0	0	0	0	106	106
Distrito Federal	313	11,232	11,545	0	11,232	11,232	313	0	313
Zacatecas	0	60	60	0	60	60	0	0	0
Sinaloa	0	54	54	0	19	19	0	35	35
Chiapas	0	39	39	0	39	39	0	0	0
Yucatán	0	11	11	0	11	11	0	0	0
NACIONAL	4,195,588	4,222,828	8,418,416	3,704,507	3,713,178	7,417,686	491,081	509,650	1,000,730
Kansas	4,215	0	4,215	0	0	0	4,215	0	4,215
Ohio	3,359	0	3,359	1,191	0	1,191	2,168	0	2,168
Michigan	2,996	0	2,996	2,996	0	2,996	0	0	0
Illinois	2,604	0	2,604	2,604	0	2,604	0	0	0
Tennessee	1,613	0	1,613	1,613	0	1,613	0	0	0
Alabama	184	108	292	0	0	0	184	108	292
texas	218	0	218	218	0	218	0	0	0
Washington	114	0	114	49	0	49	65	0	65
Pensilvania	11,981	0	11,981	0	0	0	11,981	0	11,981
Misisipi	65	0	65	0	0	0	65	0	65
ESTADOS UNIDOS	27,348	108	27,456	8,671	0	8,671	18,677	108	18,785
TOTALES	4,222,936	4,222,936	8,445,872	3,713,178	3,713,178	7,426,357	509,758	509,758	1,019,516

Tabla 10. Volúmenes de carga de la industria automotriz movilizados por ferrocarril en el 2011
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

De los estados anteriores, se graficó el flujo en términos porcentuales de autopartes y vehículos terminados (ver figura 16), esto como referencia para obtener una comparación. A continuación, se analizarán por separado los vehículos terminados y las autopartes.

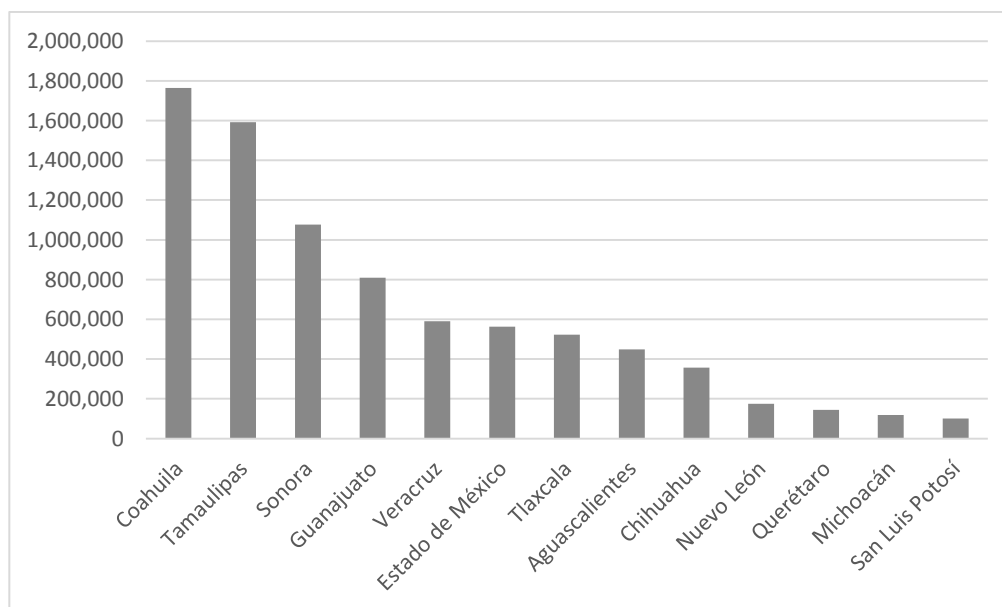


Figura 15. Gráfica de las autopartes y vehículos terminados transportados por ferrocarril en el 2011

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

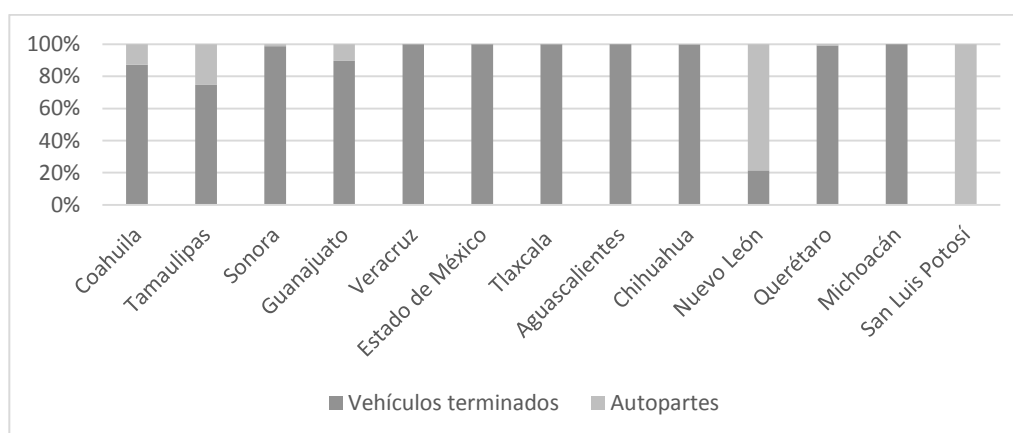


Figura 16. Gráfica del flujo en términos porcentuales de autopartes y vehículos terminados sobre la producción total automotriz

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

En la tabla 11 están las entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados. Se analizaron todos aquellos estados que presentaron un flujo mayor a

diez mil toneladas. Se encontró que el 50% del flujo de los vehículos terminados, se encuentra centralizado en tres entidades: Coahuila, Tamaulipas y Sonora.

Entidad Federativa	Vehículos terminados			Porcentaje
	Origen	Destino	Total	
Coahuila	858,328	678,556	1,536,884	20.7
Tamaulipas	111,860	1,075,232	1,187,092	16.0
Sonora	541,430	521,609	1,063,039	14.3
Guanajuato	687,294	37,813	725,107	9.8
Veracruz	62,905	527,597	590,503	8.0
Estado de México	315,693	247,447	563,140	7.6
Tlaxcala	517,218	5,497	522,714	7.0
Aguascalientes	409,611	38,561	448,172	6.0
Chihuahua	54,702	300,856	355,559	4.8
Querétaro	57	142,495	142,553	1.9
Michoacán	67,510	50,756	118,266	1.6
Jalisco	46,113	37,661	83,773	1.1
Nuevo León	1,398	36,048	37,445	0.5
Colima	30,328	1,630	31,958	0.4
Distrito Federal	0	11,232	11,232	0.2

Tabla 11. Entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

*Las cantidades están en toneladas

Coahuila es el principal estado con flujo de vehículos terminados (ver figura 17). Es un nodo de origen ya que cuenta con armadoras en su territorio pero además por su ubicación geográfica y frontera natural es un importante destino. Todo esto deriva en un equilibrio como origen-destino (ver figura 18).

Tamaulipas posee un gran movimiento debido a que alberga el puerto fronterizo-ferroviario mexicano más importante que es el de Nuevo Laredo. Lo que hace que sea principalmente un destino de la producción de vehículos terminados. Así

también, el puerto de Altamira, hace que se convierta en un nodo de origen. Sin embargo, es bastante marcada la diferencia entre los vehículos terminados que recibe y los que salen del estado (ver figura 18).

Sonora cuenta con un flujo importante (ver figura 17) debido a la armadora que está establecida en el estado, y al igual que Coahuila su posición geográfica cerca de Estados Unidos le permite tener un equilibrio en sus nodos de origen-destino (ver figura 18).

El flujo de vehículos terminados existente en Guanajuato es a causa de las armadoras presentes en el estado. Por lo tanto, la principal participación de este estado es como un nodo de origen (ver figura 18).

La importancia del flujo de Veracruz radica en que su principal puerto, Veracruz, sirve como entrada y principalmente, salida de vehículos terminados de/hacia otros países (ver figura 18).

El Estado de México tiene una participación por las armadoras con las que cuenta y además que su posición geográfica de ubicarse en el centro del país lo benefician equilibrando de esta manera su nodo de origen-destino (ver figura 18).

En el caso de Tlaxcala, el flujo se debe a la armadora que se encuentra en Puebla. Lo que lo convierte principalmente en un nodo de origen (ver figura 18).

Aguascalientes tiene establecidas armados que le permiten ser origen de vehículos terminados, mientras que su posición lo convierte en punto intermedio para la distribución. Lo que lo convierte en un nodo equilibrado de origen-destino.

Por ser frontera con Estados Unidos, el estado de Chihuahua es un nodo de destino por la concentración en la llegada de vehículos terminados para cruzar la frontera hacia Estados Unidos (ver figura 18).

Los estados de Michoacán y Querétaro también participan en el flujo aun y cuando ninguno de los dos tiene una armadora. En el caso de Querétaro sirve como destino para la posterior distribución. Mientras que en Michoacán, el puerto de Lázaro Cárdenas sirve como punto de entrada y salida de/hacia otros países (ver figura 18).

Jalisco se presenta con un flujo equilibrado debido a la armadora de vehículos que tiene y a la cercanía del puerto de Manzanillo que lo convierte en paso. Es el mismo puerto de Manzanillo, que hace que Colima aparezca como importante nodo de origen.

El estado de Nuevo León presenta movimiento debido a su cercanía a Nuevo Laredo, Tamaulipas. Finalmente, el Distrito Federal aparece debido a su participación en la distribución de vehículos terminados.

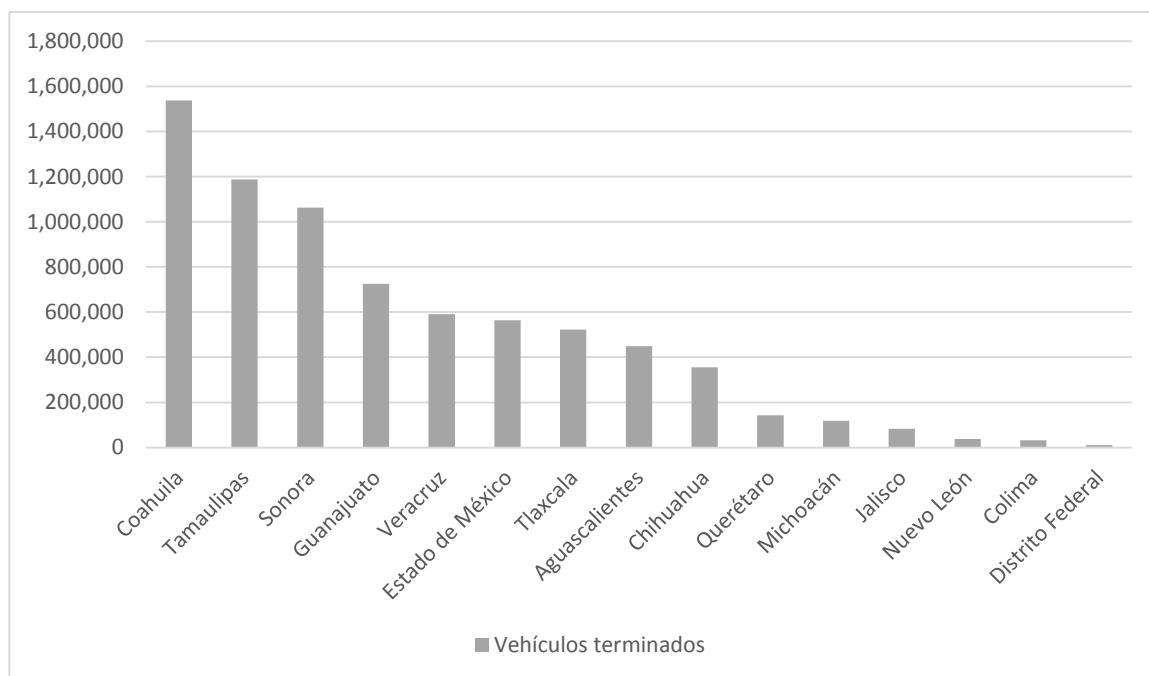


Figura 17. Entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

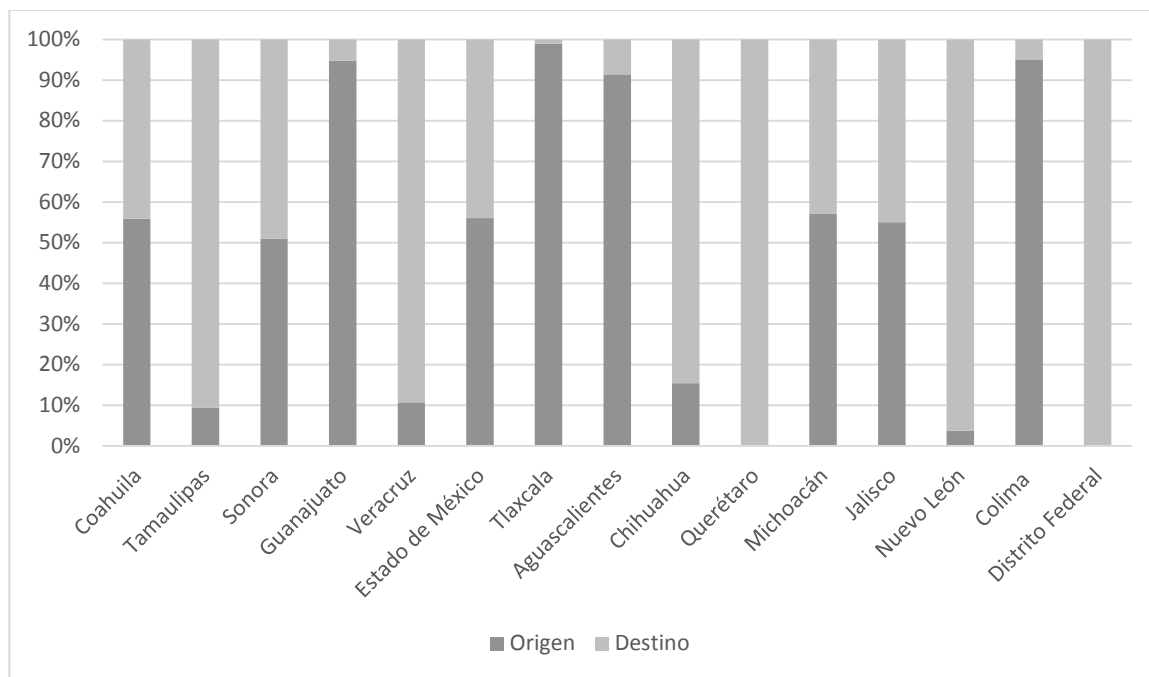


Figura 18. Porcentaje de proporción de origen/destino de las entidades con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

En la tabla 12, están los estados con mayor flujo ferroviario de autopartes. En este caso, solo se analizarán Tamaulipas, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Guanajuato. Estas cinco entidades concentran el 95% del movimiento ferroviario.

Entidades	Origen	Destino	Total	%
Tamaulipas	78,603	325,948	404,551	40.43
Coahuila	157,166	69,611	226,777	22.66
Nuevo León	128,966	7,828	136,794	13.67
San Luis Potosí	94,196	5,694	99,890	9.98
Guanajuato	21,917	61,633	83,549	8.35

Tabla 12. Entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

*Las cantidades están en toneladas

A excepción de Tamaulipas, las otras cuatro entidades tienen armadoras ya sea de vehículos ligeros o pesados por lo que se concentran grandes cantidades de producción de autopartes (ver figura 19).

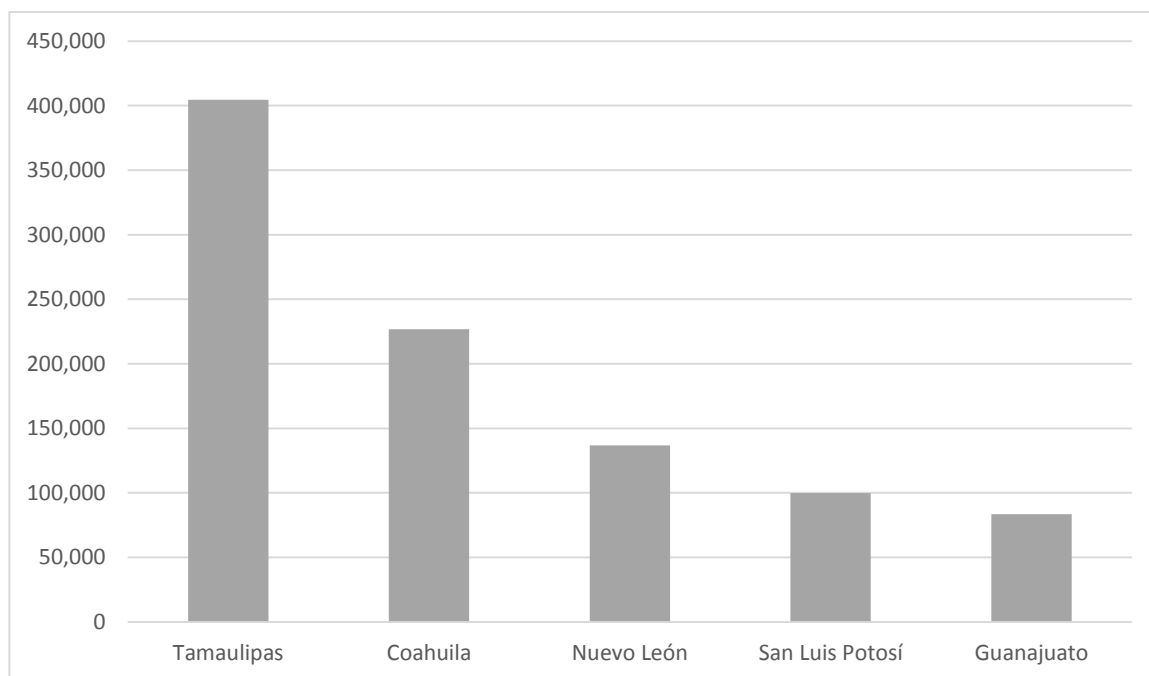


Figura 19. Entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

Tamaulipas posee el flujo ferroviario más grande. Sin embargo, esto es principalmente como un nodo de destino ya que se utiliza el puerto de Nuevo Laredo para la exportación hacia Estados Unidos (ver figura 20).

Coahuila es el estado que se encuentra un poco más equilibrado en su flujo. Esto debido a que además de producir autopartes, también recibe para las armadoras que se encuentran (ver figura 20).

Nuevo León es un estado que se concentra en la fabricación de autopartes por lo que presenta una alta tasa de origen. Sirve como destino ya que para el 2011 contaba con dos armadoras de vehículos pesados. Además de que conecta hacia Nuevo Laredo, Tamaulipas (ver figura 20).

Al igual que Nuevo León, San Luis Potosí tiene una alta tasa de origen respecto a la de destino. Con una armadora es receptor de autopartes (ver figura 20).

Finalmente, si bien Guanajuato es origen de autopartes, es principalmente receptor o destino de autopartes. Esto debido a las armadoras que se encuentran en el estado.

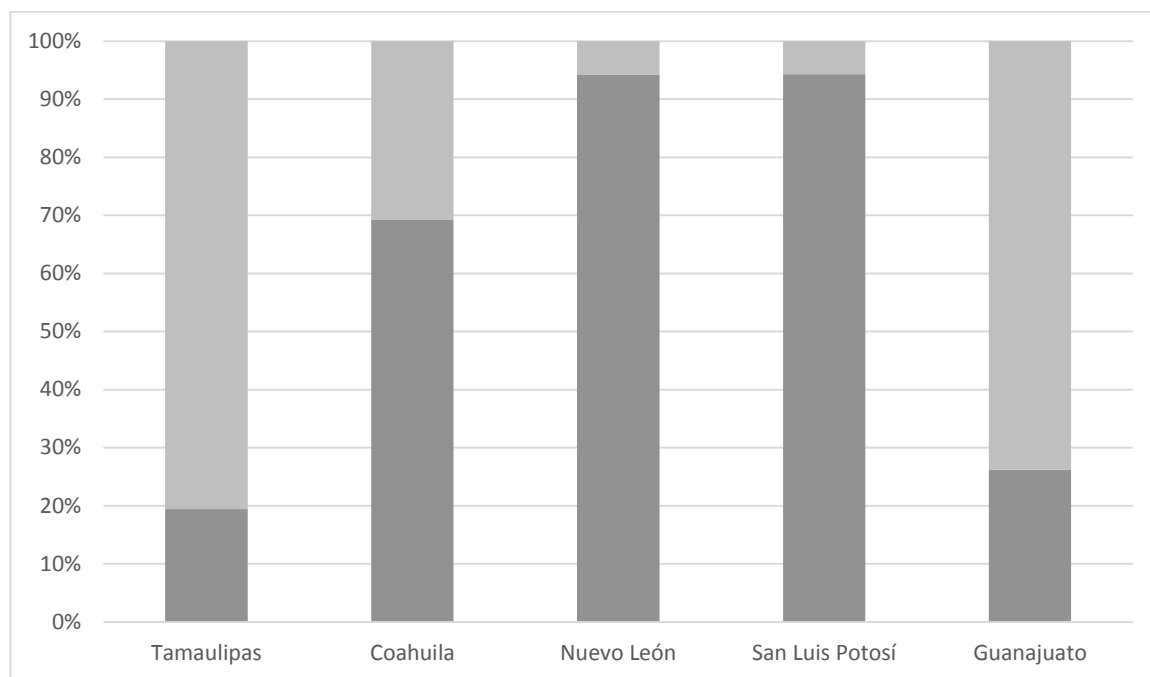


Figura 20. Porcentaje de proporción de origen/destino de las entidades con mayor flujo ferroviario de autopartes

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

Con la información disponible del Instituto Mexicano del Transporte, se identificaron los nodos con mayores volúmenes de movimiento de vehículos terminados (ver tabla 13) (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).

Se encontró que los principales nodos de origen son aquellos que cuentan con armadoras cercanas: Silao, Guanajuato; Cd. Industrial, Sonora; Panzacola, Tlaxcala;

Aguascalientes, Aguascalientes; Cuatitlán, Estado de México; Toluca, Estado de México. El resto de los nodos de origen, deben su volumen a que tienen acceso a puertos marítimos o a frontera con Estados Unidos lo que implica que son autos de importación (ver tabla 13).

En el caso de los nodos destino se halló que los principales son los que tienen frontera con Estados Unidos (Nuevo Laredo, Tamaulipas; Piedras Negras, Coahuila; Cd. Juárez, Chihuahua; Nogales, Sonora) a excepción del puerto de Veracruz. Sin embargo, la finalidad para todos estos vehículos terminados es la exportación.

Puertos ferroviarios	Origen	Destino	Total
Nuevo Laredo	111,860	1,016,558	1,128,418
Piedras Negras	126,452	636,269	762,721
Silao	687,213	37,813	725,025
Cd. Industrial	533,956	10,200	544,157
Panzacola	517,218	5,497	504,652
Nogales	3,721	500,932	492,148
Veracruz	62,905	429,243	395,944
Rojas	380,242	15,701	355,559
Cd. Juárez	54,702	300,856	355,559
Aguascalientes	324,981	17,684	342,664
Encantada	298,121	10,879	309,000
Cuatitlán	133,168	93,198	226,367
Toluca	141,284	67,020	208,305
Viborillas	57	114,990	115,047

Tabla 13. Principales nodos ferroviarios en el flujo de automóviles terminados

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

*Las cantidades están en toneladas

4.2.2 Aplicación del método de asignación todo o nada

Con los datos de la sección anterior y bajo el método de asignación todo o nada, se encontrarán las líneas de deseo en el transporte ferroviario.

La solución se dio a través del software TransCAD, el cual es un sistema de información geográfica que tiene como finalidad optimizar las rutas diseñadas para el transporte. (Caliper, 2015)

El programa TransCAD resolvió el problema a través del método de asignación todo o nada. El método de asignación “todo o nada” cuenta con las siguientes hipótesis (Ortúzar & Willumsen, 2008):

- No existe congestión, los costos de los arcos son fijos
- Todos los usuarios perciben el costo de la misma forma, es decir, que los usuarios que viajan entre i y j deben escoger la misma ruta; por lo tanto, dichos usuarios son asignados a un solo recorrido entre i y j y ningún usuario es asignado a otros recorridos menos atractivos.

El objetivo del método de asignación “todo o nada” es minimizar el tiempo de llegada de un punto A a un punto B. El algoritmo que se utiliza es el del procedimiento de carga de la matriz T a los árboles de camino mínimo y de la determinación de los flujos V_{AB} en los arcos (entre los nodos A y B).

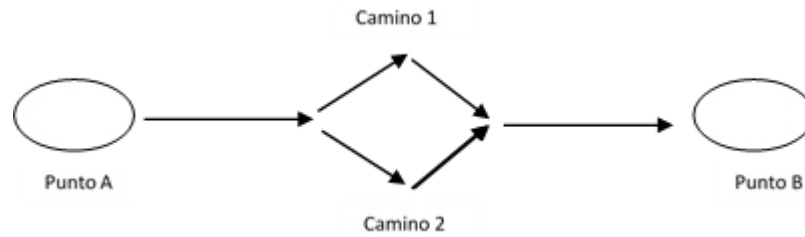


Figura 21. Esquema del método de asignación "todo o nada"
Fuente: Elaboración propia

La función objetivo del modelo es:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} - \sum_{k=1}^n X_{ki} = \begin{cases} 1 & \text{para } i = 1 \\ 0 & \text{para } i \neq 1 \text{ ó } i = n \\ -1 & \text{para } i = n \end{cases}$$

Las restricciones que se presentan son la proporción de flujo en los nodos, y las variables de decisión son binarias, es decir "1" es el paso de flujo por el arco y "0" es la ausencia. (Moreno, Oscar, & Bustos, 2014).

Utilizando el modelo anterior descrito, el programa TransCAD arrojó las líneas de deseo y los nodos origen-destino con mayor movimiento. En la tabla 14 y en la figura 22, se pueden observar que los principales nodos son Ciudad Industrial-Nogales, Silao-Nuevo Laredo, Encantada-Piedras Negras, Panzacola-Nuevo Laredo, Silao-Piedras Negras.

Origen	Destino	Tonelada	%
Cd. Industrial	Nogales	500,932	13.5
Silao	Nuevo Laredo	345,539	9.3
Encantada	Piedras Negras	269,875	7.3
Panzacola	Nuevo Laredo	255,383	6.9
Silao	Piedras Negras	239,880	6.5
Panzacola	Veracruz	185,760	5
Aguascalientes	Veracruz	176,053	4.7
Rojas	Nuevo Laredo	166,214	4.5
Toluca	Nuevo Laredo	134,490	3.6
Silao	Cd. Juárez	94,780	2.6
Aguascalientes	Piedras Negras	83,916	2.3
Arellano	Nuevo Laredo	82,633	2.2
Panzacola	Cd. Juárez	76,043	2
Rojas	Viborillas	70,746	1.9
Nuevo Laredo	Lechería	64,066	1.7
Aguascalientes	Cd. Juárez	63,243	1.7
Rojas	Altamira	58,580	1.6

Tabla 14. Principales nodos de origen-destino con mayor flujo ferroviario de vehículos terminados
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

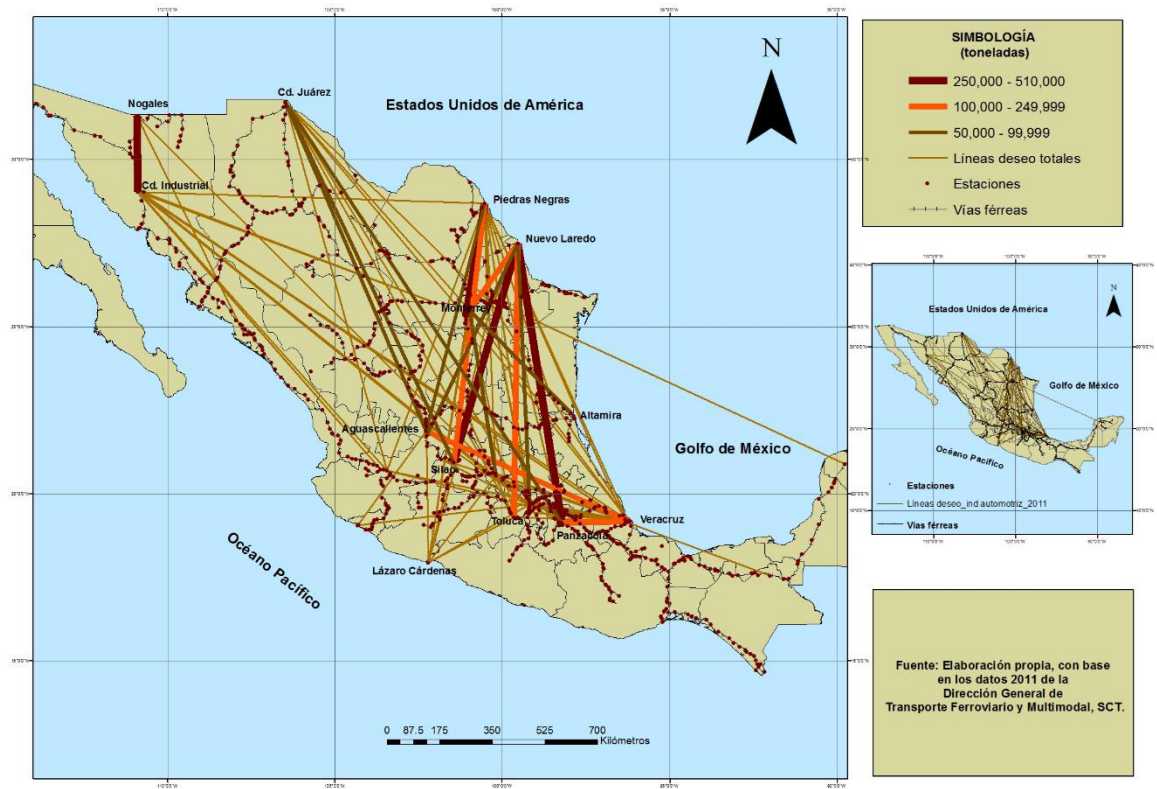


Figura 22. Líneas de deseo correspondientes a los vehículos terminados transportados por ferrocarril 2011
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

Tomando en cuenta las toneladas-kilómetro (ver tabla 15) de la carga de vehículos se determinó que los nodos Silao-Piedras Negras y Silao-Nuevo Laredo son los que mayor movimiento presentaron (ver figura 23) (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).

Nodo origen	Nodo destino									
	Nuevo Laredo	Piedras Negras	Cd. Juárez	Veracruz	Nogales	Viborillas	Cuatitlán	Lechera	Toluca	Total
Silao	360,180,922	339,166,428	150,849,302							850,196,652
Panzacola	176,095,926		81,174,700	61,484,843		6,335				318,761,804
Aguascalientes		101,538,582	87,612,054	91,529,353			47,456			280,727,445
Rojas	57,486,562	10,366,078	43,018,344			89,380,752				200,251,735
Toluca	165,739,851			4,062,247						169,802,099
Encantada		128,693,121	19,593,126	12,089,300						160,375,547
Cd. Industrial				6,519	140,843,706					140,850,225
Nuevo Laredo							253,287	74,102,299	41,689,054	116,044,640
Cd. Juárez							78,506,461		8,520,455	87,026,915
Cuatitlán	35,800,643	32,991,411	2,638,021	10,830,679						82,260,755
Piedras Negras		104,042				39,919,348	39,738,748	22,680		79,784,819
Arellano	71,984,706									71,984,706
Guadalajara			36,798,470	14,072,320						50,870,789
Lázaro Cárdenas	1,516						2,481,901		16,864,560	19,347,977

Tabla 15. Porción de matriz origen-destino de vehículos terminados, transportados por ferrocarril, con intercambios mayores a 50 millones de toneladas-kilométricas
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

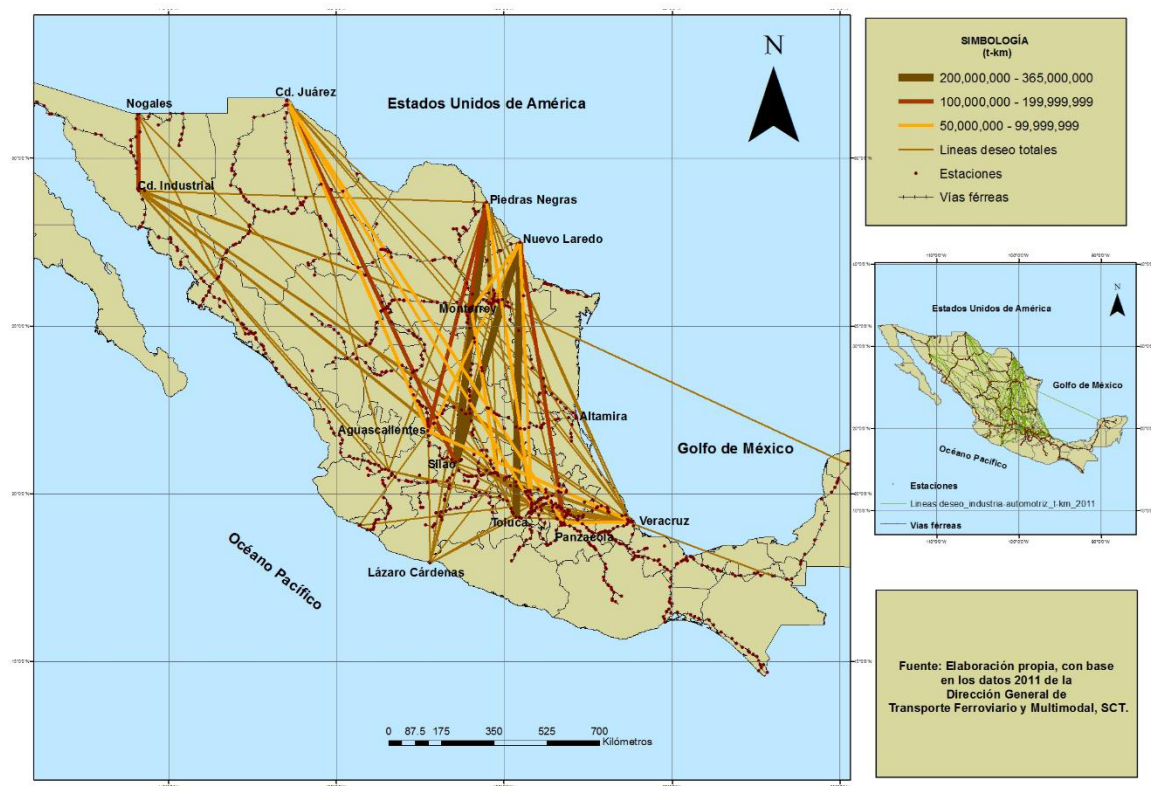


Figura 23. Líneas de deseo correspondientes a las t-km de la carga ferroviaria de vehículos terminados, 2011

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

Con base en la anterior información, se determina que el principal corredor ferroviario es el que parte de la Ciudad de México-Guanajuato-San Luis Potosí-Monterrey-Nuevo Laredo con un volumen de carga de un millón a dos millones de toneladas anuales. Le sigue el eje de Veracruz a la Ciudad de México que también se une al anterior y con un movimiento de 500,000 a un millón de toneladas. Otros corredores importantes son los de Ciudad Industrial-Nogales y Piedras Negras-Salttillo con flujos de 500,000 a un millón de toneladas. Finalmente con un movimiento de 250,000 a 500,000 toneladas de Ciudad Juárez-Torreón-Aguascalientes (Instituto Mexicano del Transporte, 2014).



Figura 24. Volúmenes de carga de la industria automotriz
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

4.2.3 Datos del flujo carretero de la industria de autopartes de 2013 en base a la información de cartas porte

Con datos del IMT (El sector automotriz entre México y Estados Unidos, 2015) se estudió el flujo que existe de las autopartes entre las entidades de Estados Unidos y México.

En la figura 25, se observan los nodos más importantes de importación de autopartes. Los nodos más importantes son Arizona-Sonora, Texas-Coahuila, Texas-Guanajuato, Texas-Chihuahua y Texas-Sonora. Sobre esta información, se determina que el 50% de las autopartes importadas van dirigidas a estados que cuentan con armadoras por lo que se observa la interrelación existente entre México y Estados Unidos.

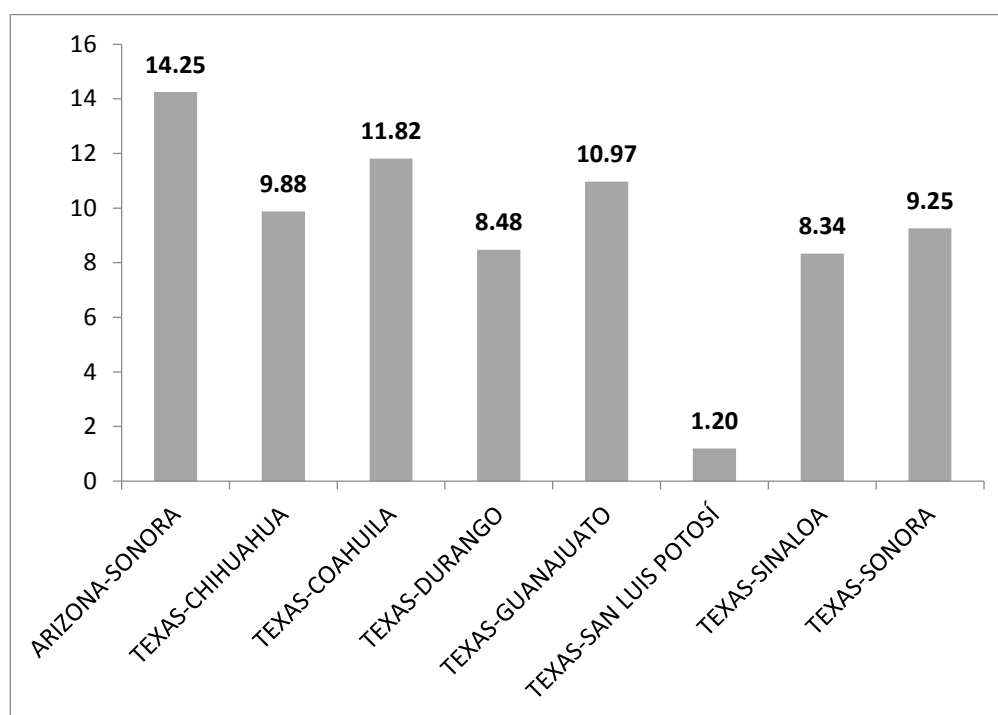


Figura 25. Importación de autopartes de Estados Unidos
Toneladas promedio. Año 2013

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

En la figura 26 se contempla la exportación de autopartes, entre los nodos que destacan, se encuentran Guanajuato-Texas, Baja California-California, Estado de México-Texas, Tamaulipas-Texas, Sonora-Texas. Estos estados siempre han tenido una amplia experiencia en la fabricación de autopartes.

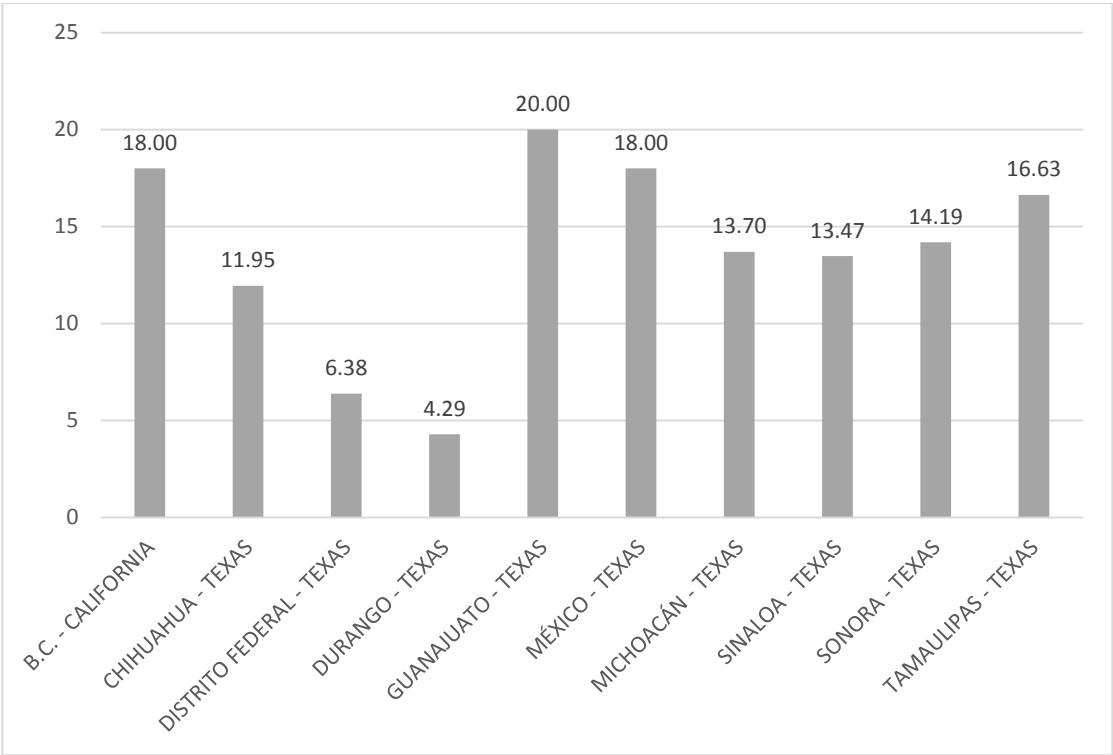


Figura 26. Exportación de autopartes de Estados Unidos - México
Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Dentro de la revisión literaria se establecieron los patrones que siguen el *offshoring*, *nearshoring* y *reshoring* de las armadoras de vehículos regionalizando su cadena de valor y tomando como base el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (revisar figura 28, 29 y 30).

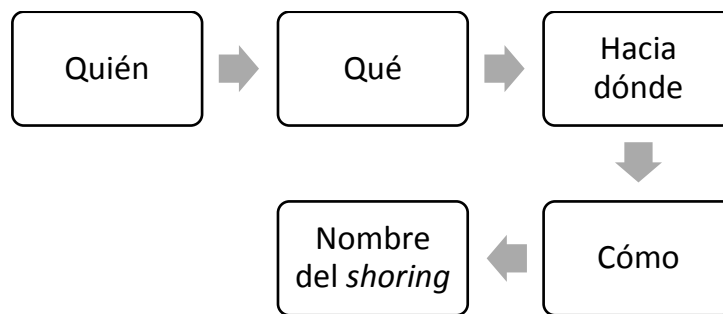


Figura 27. Establecimiento del tipo de estrategia *shoring*

Fuente: Elaboración propia

El nombre de la estrategia que se está dando dependerá de las respuestas a las preguntas de *quién* es la firma que mueve sus ubicaciones, enfocando al origen de la empresa y si la empresa estará realizando las actividades de manufactura o lo hará por medio de una subcontratación. Después, el *qué* actividades de la cadena de

suministro se están mudando. Luego, hacia *dónde* se traslada la planta. Finalmente, el *cómo*, es decir, el modo de entrada y la subsecuente salida del país anfitrión (Gray, Skowronski, Esenduran, & Rungtusanatham, 2013) (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014). (Revisar figura 27).

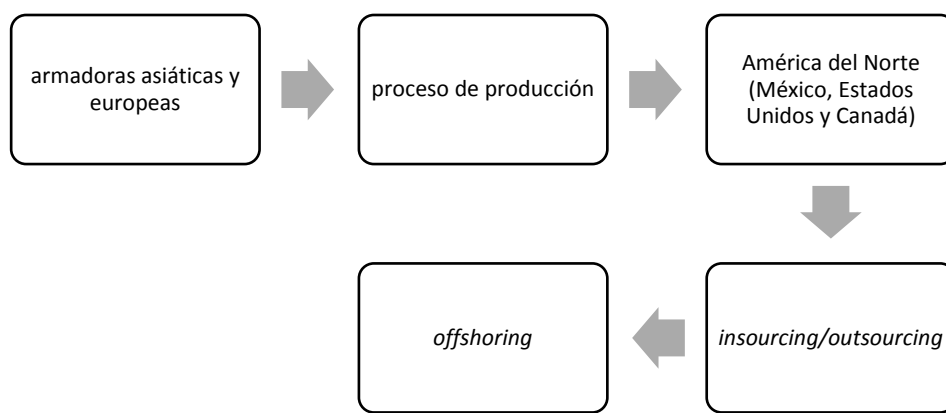


Figura 28. Establecimiento del tipo de estrategia *offshoring*
Fuente: Elaboración propia

Siguiendo una estrategia competitiva, las armadoras asiáticas y europeas están trasladando sus procesos de ensamble hacia la región de América del Norte. Los procedimientos de manufactura son realizados por ellos mismos. Con este esquema dan lugar al fenómeno del *offshoring* (Revisar figura 28). El *offshoring* se da cuando una firma decide ubicar su planta de manufactura lejos de la región de su país de origen (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014).

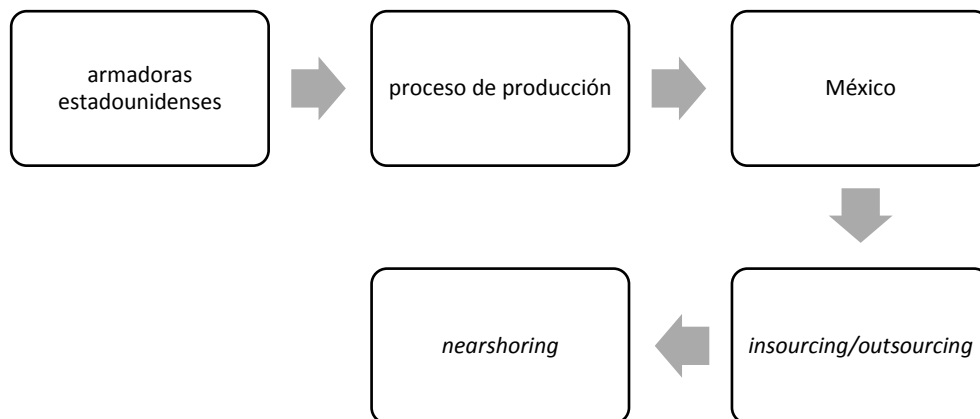


Figura 29. Establecimiento del tipo de estrategia *nearshoring*
Fuente: Elaboración propia

Mientras que las armadoras estadounidenses, con el fin de crear ventajas competitivas están relocizando sus plantas armadoras ya sea hacia el sur de Estados Unidos o hacia México. Siendo dueñas ellas mismas de sus procesos productivos, dan origen al *nearshoring* (revisar figura 10). El *nearshoring* ocurre cuando una firma decide localizarse o relocizarse en la misma región de dónde es su país de origen. Las actividades pueden ser realizadas ya sea directamente por la firma o a través de la subcontratación (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014).

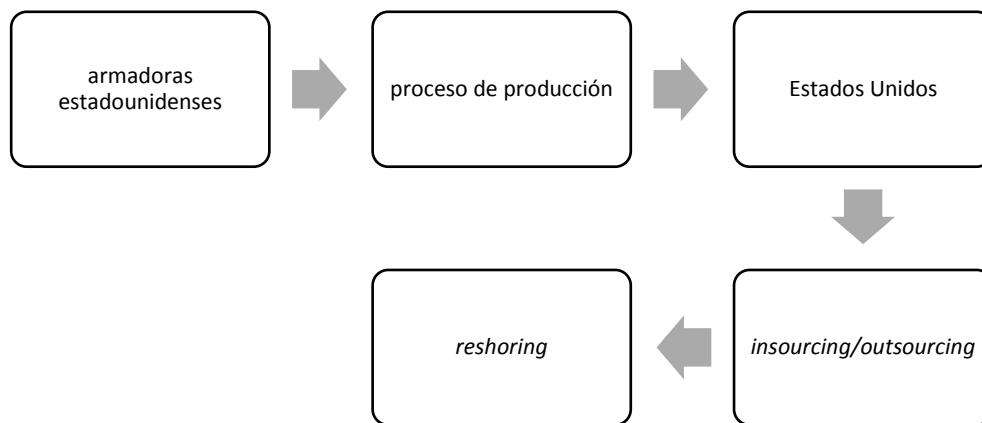


Figura 30. Establecimiento del tipo de estrategia *reshoring*
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las armadoras estadounidenses están trayendo de vuelta todo el proceso de manufactura de regreso hacia Estados Unidos. Lo que se le conoce como *reshoring*. El *reshoring* ocurre cuando la empresa decide regresar todas sus operaciones hacia su país de origen. No importa si ellas realizan las actividades o son llevadas a cabo por terceros (Fratocchi, Di Mauro, Barbieri, Nassimbeni, & Zanoni, 2014) (Gray, Skowronski, Esenduran, & Rungtusanatham, 2013) (revisar figura 30).

Además de los anteriores modelos de localización, se observó cómo después de la crisis del 2008, la región del TLCAN incrementó su producción de vehículos ligeros. En términos absolutos, Estados Unidos sigue manteniendo la mayor parte de la producción. Sin embargo, México presentó la tasa porcentual más alta de crecimiento de los tres países integrantes del TLCAN, quitándole participación a Canadá.

Dentro de las razones por las cuales México ganó la participación a Canadá es básicamente la mano de obra experimentada y económica. Ambos países ofrecen una estructura económica y política estable. Sin embargo, el hecho de que México

mantenga los salarios bajos y que el capital humano esté altamente calificado, lo vuelve bastante atractivo. La estructura del TLCAN permite que exista un flujo de mercancías entre los tres países miembros. Por lo que en base a la información presentada en la presente tesis, se encontró que la cadena de suministro de la industria automotriz de vehículos ligeros está respondiendo al fenómeno de regionalización que se está dando en el nuevo esquema de comercio internacional.

Ahora bien, como se mencionó en la introducción, el objetivo de la presente tesis es:

“Identificar y determinar con base en el análisis de artículos científicos, información estadística y geográfica, el impacto que la regionalización de la industria automotriz de vehículos ligeros tiene sobre la infraestructura del transporte mexicano”.

Mientras que la hipótesis es:

“Si se hace un análisis del proceso de la regionalización de la industria automotriz de vehículos ligeros en América del Norte, entonces, se entenderá el impacto que ha tenido sobre la infraestructura de transporte”.

Por lo que cumpliendo con el objetivo y con la hipótesis, se encontró que:

- La instalación de armadoras va de la mano con el desarrollo de la construcción de vías férreas ya que se busca hacer eficiente el movimiento de grandes volúmenes en trayectos largos;
- La infraestructura existente en México está más desarrollada para comunicar a México con Estados Unidos;

- Los estados que cuentan con armadoras de vehículos ligeros presentan un desarrollo de infraestructura más avanzado que los estados que no tienen;
- La concentración principal en el flujo ferroviario de vehículos terminados se concentra en tres estados: Coahuila, Tamaulipas y Sonora. El estado de Tamaulipas, no cuenta con una armadora en su territorio por lo que su alta participación refleja que su puerto ferroviario de Nuevo Laredo es el más importante para la salida de vehículos terminados;
- El movimiento de autopartes se hace principalmente por medio del autotransporte debido a que presentan tiempos de entrega más críticos que un vehículo terminado;
- El corredor ferroviario más importante es el de la Ciudad de México-Guanajuato-San Luis Potosí-Monterrey-Nuevo Laredo.

5.1 Trabajo a futuro

- Investigar los casos particulares por los cuales las armadoras seleccionaron las distintas entidades en dónde se ubicaron;
- Estudiar las razones por las que el bajío se ha vuelto tan importante en la industria automotriz mexicana;
- Analizar el comportamiento de la industria automotriz en Estados Unidos y su desplazamiento;
- Determinar si los incentivos fiscales que los gobiernos estatales dan a las armadoras para su instalación, realmente beneficiaron a la economía del estado;
- Establecer los nodos logísticos que siguen las cadenas de suministro de las armadoras.

5.2 Entregables

- Publicación como Working Paper en la sección de Reportes Técnicos del CeNIT-Logístico (Centro Nacional para la Innovación en Transporte Intermodal y Logística), del Instituto Mexicano del Transporte [IMT];
- Presentación oral de trabajo en el Congreso Internacional (Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro, CiLOG2015);
- Publicación de artículo en las memorias del Congreso Internacional (Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro, CiLOG2015);
- Inscripción al proceso de revisión por pares de una Revista Científica reconocida por el CONACYT;
- Inscripción al proceso de revisión por pares de la revista internacional indizada de alto impacto (*Supply Chain Management: An International Review*);
- Documento de tesis con información sobre la regionalización de la industria automotriz y su impacto en la infraestructura del transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, L., & Carrillo, J. (2014). Restructuring of the automotive industry in the north american free trade agreement (NAFTA) region 2007-2011. *International Review of Management and Business Research*, 2120-2130.
- Álvarez, R. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. *Economía UNAM*, 75-92.
- AMIA. (enero de 2015). *AMIA*. Obtenido de <http://www.amia.com.mx/>
- AMIA. (2015). *Cifras de Diciembre y Acumulado*. México, D.F.: Boletín de Prensa.
- ANFAVEA. (25 de Enero de 2015). *Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores* . Obtenido de <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>: <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>
- Arik, M. (2013). Framing the offshoring and re-shoring debate: a conceptual framework. *Journal of global business management*, 73-83.
- Ascencio, L., González-Ramírez, R., Bearzotti, L., Smith, N., & Camacho-Vallejo, J. (2014). A collaborative supply chain management system for a maritime port logistics chain. 444-458.

- Avelar-Sosa, L., García-Alcaraz, J. L., Cedillo-Campos, M. G., & Adarme-Jaimes, W. (2014). Effects of regional infrastructure and offered services in chains performance: Case Ciudad Juárez. *DYNA*, 208-217.
- Avetisyan, M., Heatwole, N., Rose, A., & Roberts, B. (2015). Competitiveness and macroeconomic impacts of reduced wait times at US land freight border crossings. *Transportation Research Part A*, 84-101.
- Azevedo, S., Govindan, K., Carvalho, H., & V., C.-M. (2012). An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 85-94.
- Baldwin, R., & Nicoud, F. (2014). Trade-in-goods and trade-in-tasks: an integrating framework. *Journal of International Economics*, 51-62.
- Baldwin, R., & Venables, A. (2013). Spiders and snakes: offshoring and agglomeration in the global economy. *Journal of International Economics*, 245-254.
- Barajas, M., Martínez, M., & Sotomayor, M. (2014). Una evolución retrospectiva de la interdependencia económica entre México y Estados Unidos. *Norteamérica*, 143-170.
- Becerril-Torres, O., Álvarez-Ayuso, I., & Del Moral-Barrera, L. (2010). Do infrastructure influence the convergence of efficiency in Mexico. *Journal of policy modeling*, 120-137.
- Bejan, M. (2011). Trade agreements and international comovements: the case of NAFTA (North American Free Trade Agreement). *Review of Economic Dynamics*, 667-685.
- Bergin, P., Feenstra, R., & Hanson, G. (2011). Volatility due to offshoring: theory and evidence. *Journal of International Economics*, 163-173.
- Bergsten, F., Freeman, C., Nicholas, L., & Derek, M. (2008). Sustaining Economic Growth in China. En F. Bergsten, C. Freeman, L. Nicholas, & M. Derek, *China's*

- rise: Challenges and opportunities* (págs. 105-136). Washington, DC: Peterson Institute for International Economics.
- Bhatnagar, R., & Sohal, A. (2009). Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factors, uncertainty and manufacturing practices. 443-455.
- Blanc-Brude, F., Cookson, G., Piese, J., & Strange, R. (2014). The FDI location decision: distance and the effect of spatial dependence. *International Business Review*, 797-810.
- Boysen, N., Emde, S., Hoeck, M., & Kauderer, M. (2015). Part logistics in the automotive industry: decision problems, literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 107-120.
- Brock, G., & German-Soto, V. (2013). Regional industrial growth in Mexico: do human capital and infrastructure matter? *Journal of policy modeling*, 228-242.
- Bronk, C., & González-Aréchica, B. (2011). Mexico-United States Border Security: From a bilateral to a truly binational policy process. *Latin American Policy*, 152-181.
- Bueno, A., & Cedillo, G. (2014). Dynamic impact on global supply chains performance of disruptions propagation produced by terrorist acts. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 1-12.
- Caliper. (31 de Julio de 2015). *Caliper*. Obtenido de Caliper: <http://www.caliper.com/TransCAD/introduccion.htm>
- Caniato, F., Elia, S., Luzzini, D., Piscitello, L., & Ronchi, S. (2015). Location drivers, goernance model and performance in service offshoring. *International Journal of Production Economics*, 189-199.
- Cedillo, G., Sánchez, C., Vadali, S., Villa, J. C., & Menezes, M. (2014). Supply chain dynamics and the "cross-border effect": The U.S. -Mexican's border case. *Computer & industrial ingeneering*, 261-273.

- Cedillo, M., & Pérez, P. (2010). Hybrid supply chains in emerging markets: the case of the Mexican auto industry. *South african journal of industrial engineering*, 193-206.
- Cedillo, M., & Sánchez, C. (2013). Dynamic Self-Assessment of supply chains performance: an emerging market approach. *Journal of Applied Research and Technology*, 338-347.
- Cedillo-Campos, M., Sánchez Ramírez, C., Sharada, V., Villa, J., & Mozart, M. (2014). Supply chain dynamics and the "cross-border effect": The U.S.-Mexican border's case. *Computers & Industrial Engineering*, 261-273.
- Chapda, G., Larue, B., & Gervais, J.-P. (2012). Regional integration and dynamic adjustments: evidence from gross national product functions for Canada and the United States. *North American Journal of Economics and Finance*, 246-264.
- Chen, L., & De Lombaerde, P. (2013). Testing the relationships between globalization, regionalization and the regional hubness of the BRICs. *Journal of Policy Modeling*, 111-131.
- Chen, L., Olhager, J., & Ou, T. (2014). Manufacturing facility location and sustainability: a literature review and research agenda. *International Journal Production Economics*, 154-163.
- Chopra. (s.f.).
- Chopra, S., & Peter, M. (2013). Diseño de redes en la cadena de suministro. En S. Chopra, & M. Peter, *Administración de la Cadena de Suministro* (págs. 108-142). México: Pearson.
- Contreras, O., Carrillo, J., & Alonso, J. (2012). Local entrepreneurship within global value chains: a case study in the Mexican automotive industry. *World Development*, 1013-1023.

- Covarrubias, A. (2014). *Explosión de la industria automotriz en México: De sus encadenamientos actuales a su potencial transformador*. México: Friedrich Eberth Stiftung.
- Cravioto, J., Yamasue, E., Okumura, H., & Ishihara, K. (2013). Road transport externalities in Mexico: estimates and international comparison. *Transport Policy*, 63-76.
- De la O, G., & Matis, T. (2014). Supply chain strategies for the international interoceanic Mazatlan-Houston Logistics corridor. *Journal of Applied Research and Technology*, 167-179.
- Denzin. (1970). *The research act*. Chicago: Aldine Publishing.
- Drauz, R. (2014). Re-insourcing as a manufacturing-strategic option during a crisis-cases from the automobile industry. *Journal of Business Research*, 346-353.
- Duran-Fernandez, R. (2014). Infrastructure policy in the USA-Mexico border: Evaluation and policy perspectives. *Research in Transportation Economics*, 70-102.
- Duran-Fernandez, R., & Santos, G. (2014). A regional model of road accessibility in Mexico: accessibility surfaces and robustness analysis. *Research in transportation economics*, 55-69.
- Duran-Fernandez, R., & Santos, G. (2014). Introduction to the special issue Regional development and transport infrastructure in Mexico. *Research in Transportation Economics*, 1-2.
- Duran-Fernandez, R., & Santos, G. (2014). Regional convergence, road infrastructure, and industrial diversity in Mexico. *Research in Transportation Economics*, 103-110.
- Duran-Fernandez, R., & Santos, G. (2014). Road infrastructure spillovers on the manufacturing sector in Mexico. *Research in Transportation Economics*, 17-29.

- EL ECONOMISTA. (16 de Diciembre de 2014). México subirá a podio automotriz en el 2020. Méxio, México, México.
- El Economista. (8 de enero de 2015). *El Economista*. Obtenido de El Economista: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2015/01/08/mexico-septimo-productor-vehiculos-mundo>
- El Economista. (06 de Enero de 2015). Trabajadores de Volkswagen de Brasil inician huelga. Sao Paulo, Brasil.
- El Salvador. (8 de Enero de 2015). Rusia y Brasil debilitan el crecimiento de los BRICS.
- El sector automotriz entre México y Estados Unidos. (2015). *Cilog*.
- Ellram, L., Tate, W., & Petersen, K. (2013). Offshoring, reshoring and the manufacturing location decision. *Journal of Supply Chain Management*, 3-5.
- Elmoselhy, S. (2013). Hybrid lean-agile manufacturing system technical facet, in automotive sector. *Journal of manufacturing systems*, 598-619.
- Fine, C. (2013). Intelli-sourcing to replace offshoring as supply chain transparency increases. *Journal of Supply Chain Management*, 6-7.
- Fogliatto, F., da Silveira, G., & Borestein, D. (2012). The mass customization decade: an updated review of the literature. *International Journal of Production Economics*, 14-25.
- Francois, J., & Manchin, M. (2013). Institutions, infrastructure, and trade. *World Development*, 165-175.
- Fratocchi, L., Di Mauro, C., Barbieri, P., Nassimbeni, G., & Zanoni, A. (2014). When manufacturing moves back: concepts and questions. *Journal of purchasing & supply management*, 54-59.

- Gallagher, K., & Shafaeddin, M. (2010). Policies for industrial learning in China and Mexico. *Technology in society*, 81-99.
- Gebler, M., Schoot, A., & Visser, C. (2014). A global sustainability perspective on 3D printing technologies. *Energy Policy*, 158-167.
- Gluszek, A. (2014). The security and prosperity partnership and the pitfalls of north american regionalism. *Norteamérica*, 7-54.
- Gomes, P., Aparecida, E., & Carvalho, A. (2013). The determinants of foreign direct investment in Brazil and Mexico: an empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 231-240.
- González, Á. L. (2003). *Manual de Investigación de Operaciones*. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- González, T., Alvarado, M., & Martín, A. (2013). La innovación en entornos económicos poco favorables: el sector auto partes mexicano. *Estudios Gerenciales*, 167-76.
- Gray, J., Skowronski, K., Esenduran, G., & Rungtusanatham, J. (2013). The reshoring phenomenon: what supply chain academics ought to know and should do. *Journal of Supply Chain Management*, 27-33.
- Hadjimarcou, J., Brouthers, L., & McNicol, J. (2013). Maquiladoras in the 21st century: six strategies for success. *Business Horizon*, 207-213.
- Hayakawa, K., Kimura, F., & Kaoru, N. (2014). Nonconventional provisions in regional trade agreements: Do they enhance international trade? *Journal of Applied Economics*, 113-118.
- Hermawati, S., Lawson, G., D'Cruz, M., Arlt, F., Apold, J., Andersson, L., . . . Malmskold, L. (2015). Understanding the complex needs of automotive training at final assembly lines. *Applied Ergonomics*, 144-157.
- Hockman, G., Tabakis, C., & Zilberman, D. (2013). The impact of international trade on institutions and infrastructure. *Journal of Comparative Economics*, 126-140.

Hu, S. (2013). Forty sixth CIRP Conference on manufacturing systems 2013. *Procedia CIRP* 7, 3-8.

Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Participación del ferrocarril en el movimiento de carga de la industria automotriz*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.

Javalgi, R., Deligonul, S., Ghosh, A., Lambert, D., & Cavusgil, T. (2010). Foreign market entry mode behavior as a gateway. *International Business Review*, 209-222.

Johansson, M., & Johnsson, A. (2012). The package logic: a study on value creation and knowledge flows. *European Management Journal*, 535-551.

Keeling, D. (2013). Transport research challenges in Latin America. *Journal of Transport Geography*, 103-104.

Kobrin, S. (2014). Is a global nonmarket strategy possible? Economic integration in a multipolar world order. *Journal of World Business*, 262-272.

Kohlbacher, F. (2006). The Use of Qualitative Content Analysis in Case Study Research. *Forum: Qualitative Social Research Sozialforschung*.

Lee, C., & Wilhelm, W. (2010). On integrating theories of international economics in the strategic planning of global supply chains and facility location. *International Journal of Production Economics*, 225-240.

Lee, K. H. (2011). Integrating carbon footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 1216-1223.

Lim, L., Alpan, G., & Penz, B. (2014). Reconciling sales and operations management with distant suppliers in the automotive industry: a simulation approach. *International Journal of Production Economics*, 20-36.

Manning, S. (2014). Mitigate, tolerate or relocate? Offshoring challenges, strategic imperatives and resource constraints. *Journal of World Business*, 522-535.

- Martínez-Jurado, P. J., & Moyano-Fuentes, J. (2014). Lean management, supply chain management and sustainability: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 134-150.
- Mayring, P. (2003). Qualitative inhaltanalyse. *Grundlagen un Techniken* .
- McCalman, P., & Spearot, A. (2013). Why trucks jump offshoring and product characteristics. *Journal of International Economics*, 82-95.
- Medeiros, G., Selitto, M., Borchard, M., & Albert, G. (2011). Procurement cost reduction for customized non-critical items in an automotive supply chain: an action research project. *Industrial Marketing Management*, 28-35.
- Melo, M., & Saldanhada, N. (2009). Facility location and supply chain management- a review. *European Journal of Operational Research*, 401-412.
- Michalos, G., Makris, S., Papakostas, N., Mourtzis, D., & Chryssolouris, G. (2010). Automotive assembly technologies review: challenges and outlook for a flexible and adaptive approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 81-91.
- Moreno, E., Oscar, R., & Bustos, A. (2014). Funciones volumen-demora en la modelación de flujos vehiculares. *Publicación Técnica No. 427 Instituto Mexicano del Transporte*, 53.
- Nieuwenhuis, P., & Katsifou, E. (2015). More sustainable automotive production through understanding decoupling points in leagile manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 232-241.
- Nishitaten, S. (2013). Global production sharing and the FDI-trade nexus: new evidence from the japanese automobile industry. *Journal japanese international Economies*, 64-80.
- Nptel. (4 de agosto de 2015). *Nptel*. Obtenido de Nptel: <http://nptel.ac.in/courses/105104098/TransportationII/mod13/11slide.htm>

- OICA. (9 de Julio de 2015). *OICA*. Obtenido de OICA: <http://www.oica.net/category/production-statistics/>
- Okuda, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 118-124.
- Oldenski, L. (2012). The task composition of offshoring by U.S. multinationals. *International Economics*, 5-21.
- O'Neill, J. (2011). *The Growth Map: Economic Opportunity in the BRICs and Beyond*. Penguin Books Limited.
- Ortúzar, J. d., & Willumsen, L. (2008). *Modelos de transporte*. España: Ed. Universidad de Cantabria.
- Pearce, J. (2014). Why domestic outsourcing is leading America's reemergence in global manufacturing. *Business Horizon*, 27-36.
- PROMEXICO. (2013). *Industria Terminal Automotriz*. México, D.F.: PROMEXICO.
- Radulescu, I. G., Panait, M., & Catalin, V. (2013). BRICS countries challenge to the world economy new trends. *Procedia Economics and Finance*, 605-613.
- Roza, M., Van de Bosch, F., & Volberda, H. (2011). Offshoring strategy: motives, functions, locations, and governance modes of small, medium-sized and large firms. *International Business Review*, 314-323.
- Rutherford, T., & Holmes, J. (2014). Manufacturing resiliency: economic restructuring and automotive manufacturing in the Great Lakes region. *Cambridge Journal of regions, economy and society*, 359-378.
- Sánchez, C., Cedillo, M., Pérez, P., & Martínez, J. L. (2011). Global Economic Crisis and Mexican automotive suppliers: impacts on the labor capital. *Special Issue: Advances of modeling & Simulation in supply chain and industry*, 711-725.

- Schmeisser, B. (2013). A systematic review of literature on offshoring of value chain activities. *Journal of International Management*, 390-406.
- Secretaría de Economía. (2013). *Industria Terminal Automotriz*. México, D.F.: Promexico.
- Sethupathy, G. (2013). Offshoring, wages, and employment: theory and evidence. *European Economic Review*, 73-97.
- Shim, W., & Steers, R. (2012). Symmetric and asymmetric leadership cultures: a comparative study of leadership and organizational culture at Hyundai and Toyota. *Journal of World Business*, 581-591.
- Soret los Santos, I. (2004). *Logística Comercial y Empresarial*. Madrid: ESIC Editorial.
- Staeblein, T., & Aoki, K. (2015). Planning and scheduling in the automotive industry: a comparison of industrial practice at german and japanese makers. *International Journal of Production Economics*, 258-272.
- Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson Education.
- Tangpong, C., Hung, K.-T., & Li, J. (2014). Agent-system co-development in supply chain research: Propositions and demonstrative findings. *Journal of Operations Management*.
- Tate, W. (2014). Offshoring and reshoring: U.S. insights and research challenges. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 66-68.
- Tate, W., L., E., Schoenherr, T., & Petersen, K. (2014). Global competitive conditions driving the manufacturing location decision. *Business Horizon*, 381-390.
- The Economist. (19 de Enero de 2013). Reshoring manufacturing: coming home. Estados Unidos.
- THE ECONOMIST. (19 de Enero de 2013). Reshoring manufacturing: coming home. Estados Unidos.

- The Economist. (7 de Febrero de 2015). Pitfalls at Petrobras.
- Tomlin, B. (2014). Managing supply-demand risk in global production: creating cost-effective flexible networks. *Business horizon*, 509-519.
- Tseng, M., Jiao, R., & Wang, C. (2010). Design for mass personalization. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 175-178.
- Underwood, R. (2012). Automotive foreign direct investment in the United States: Economic and market consequences of globalization. *Business Horizon*, 463-474.
- Varadarajan, R. (2009). Outsourcing Think more expansively. *Journal of Business Research*, 1165-1172.
- Vasquez, B., & Oladipo, O. (2009). Have liberalisation and NAFTA had a positive impact on Mexico's output growth? *Journal of Applied Economics*, 159-180.
- Villa, J. C., & Sacristán-Roy, E. (2013). Privatization of mexican railroads: fifteen years later. *Research in Transportation Business & Management*, 45-50.
- Volling, T., & Spengler, T. (2011). Modeling and simulation of order-driven planning policies in build-to-order automobile production. *International Journal of Production Economics*, 183-193.
- Weller, C., Kleer, R., & Piller, F. (2015). Economic implications of 3D printing: Market structure models in light of additive manufacturing revisited. *International Journal of Production Economics*, 43-56.
- Wells, P., & Nieuwehui, P. (2012). Transition failure: understanding continuity in the automotive industry. *Technological forecasting*, 1681-1692.
- Wilsmeier, G., Monios, J., & Rodríguez, J. P. (2015). Driver for outside-in port hinterland integration in Latin America: the case of Veracruz, Mexico. *Research in transportation Business & Management*, 34-43.

- World Bank Group . (2015). *Global Economic Prospects Having Fiscal Space and Using it* . Washington DC: World Bank Group.
- Zhai, W. (2014). Competing back for foreign direct investment. *Economic modelling*, 146-150.

FICHA AUTOBIOGRÁFICA

Nohemí Ponce Ceja

Candidato para obtener el grado
de Maestría en Logística y Cadena de Suministro
con Orientación en Logística Global

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

Regionalización de la industria automotriz y su impacto en la infraestructura
del transporte

Nohemí Ponce Ceja nació en Apatzingán, Michoacán, México, el 19 de junio de 1989. Sus padres son el Sr. Noé Ponce García y la Sra. Celia Ceja Cervantes. En diciembre de 2011 finaliza los estudios de Licenciatura en Relaciones Internacionales.